

Implementação de Manutenção Produtiva Total numa linha de produção de aglomerados de cortiça

André Filipe Neves Carvalho

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Paulo Osswald



Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão

2015-01-28

À minha família e amigos

Resumo

A presente dissertação resulta do projeto de implementação da metodologia Manutenção Produtiva Total na linha de produção de blocos aglomerados de cortiça com borracha da Amorim Cork Composites.

Processos extremamente variados ocorrem nesta linha produtiva, desde a preparação, realização e homogeneização da mistura, ao corte e empilhamento das folhas, seguido de novo corte ao bloco pré vulcanizado, terminando em moldagem, vulcanização e desmoldagem. Alguns equipamentos apresentam já uma certa longevidade, o que aliado ao facto de possuírem uma carga horária de utilização extremamente elevada, leva a que problemas bastante penalizadores para o ciclo produtivo ocorram com uma frequência acima da expectável. Esta situação conduziu à decisão de implementar uma metodologia MPT.

Os dados relativos aos tempos de produção e de paragem, bem como em relação às causas das mesmas foram recolhidos e tratados, de forma a possibilitar uma análise sobre quais os componentes e/ou equipamentos críticos. O tempo gasto em *setup* foi alvo de estudo, tendo em vista uma melhoria da eficiência de processos, com recurso à metodologia SMED. A Manutenção Autónoma era já uma atividade desenvolvida na empresa pelo que foi efetuada uma melhoria nas tarefas existentes, bem como foram criadas *check lists* referentes aos equipamentos em falta. A Manutenção Preventiva foi definida após identificação dos equipamentos e codificação dos elementos presentes na linha, para que desta forma seja possível efetuar um registo muito mais completo sobre as intervenções realizadas.

A implementação de um projeto de MPT implica uma eventual mudança de mentalidades, incutindo um espírito de cooperação entre todas as partes envolvidas, desde os operários até aos responsáveis pelos diversos departamentos. Consequentemente, não são esperados resultados imediatos, mas sim um maior compromisso entre manutenção e produção, traduzindo-se numa constante evolução dos processos e redução do número de avarias, o que levará a melhores resultados a médio prazo.

Implementation of Total Productive Maintenance in a cork composites production line

Abstract

This project was developed in Amorim Cork Composites, a portuguese cork industry, with the purpose of implementing some principles of the Total Productive Maintenance methodology. The production line in study, called Cork Rubber 1, is responsible, as the name indicates, for the manufacturing of agglomerated blocks of cork with rubber. Extremely varied processes occur, such as preparation, realization and homogenization of the mix, stacking, cut, mold and/or remove the mold and vulcanization. The longevity of certain equipment, as well as their extremely high working time, are bringing some really penalizing problems for the production cycle, with an occurrence above the expected. This situation led to the decision of implementing a TPM methodology.

The data related to the production and stoppage times, as well as the cause of the later, were collected and analyzed, to make possible to define which are the critical ones. Setup times were also analyzed, in view of a process efficiency, using the SMED methodology. The Autonomous Maintenance has already been developed at the company, so it was made an improvement in the existing points, as well as check lists for the missing equipment. The Preventive Maintenance was defined after the identification and codification of the elements present in the production line, to enable a better record of the interventions made.

It is possible that the implementation of a TPM project may need some changes of mentality, instilling a cooperation spirit in all parts involved, from the workers, to each department's responsible. Results in a short period of time are not expected, but a bigger commitment between maintenance and production, translated into a constant process of evolution and a reduction in the failures' numbers, will lead to better results in the midterm.

Agradecimentos

Embora este projeto de dissertação seja de carisma individual, o contributo de determinadas pessoas foi fulcral para o sucesso do mesmo, às quais pretendo expor os meus sinceros agradecimentos:

Ao Eng. Moisés Ribeiro, orientador na *Amorim Cork Composites*, pelas ideias propostas, bem como pela total disponibilidade de recursos na empresa, tendo em vista a execução do mesmo.

Ao Eng. Paulo Osswald, orientador na FEUP, por todo o apoio, principalmente a nível técnico, prestado no desenvolvimento do mesmo.

Ao Eng. Pedro Godinho, António Vendas e a todo o departamento de manutenção, pela paciência demonstrada no esclarecimento de todas as dúvidas que foram surgindo no desenrolar do projeto.

Ao Sr. Joaquim Leal e a todos os colaboradores da linha CR1, pela boa disposição diária, bem como pela total disponibilidade para ajudar, sempre que algo lhes era solicitado.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento do projeto e motivação	1
1.2	Grupo Amorim.....	2
1.3	Amorim Cork Composites	3
1.3.1	Principais produtos e Mercados da ACC	3
1.4	Objetivos do Projeto	5
1.5	Metodologia do Projeto	5
1.6	Estrutura da dissertação	6
2	Revisão dos Conceitos.....	7
2.1	Toyota Production System (TPS)	7
2.2	Estratégias e Políticas de Manutenção	8
2.2.1	Manutenção	9
2.2.2	Políticas de Manutenção.....	9
2.3	Manutenção Produtiva Total (MPT)	10
2.3.1	Fundamentos MPT	10
2.3.2	Manutenção Autónoma.....	12
2.3.3	Manutenção Preventiva	12
2.4	SMED – Single Minute Exchange of Die.....	12
3	Atividade produtiva de aglomerados com borracha na Amorim Cork Composites	14
3.1	O processo de produção de aglomerados de cortiça com borracha	14
3.2	A linha CR1	15
3.2.1	Ciclones industriais e ciclo filtro	17
3.2.2	Mini Silos	17
3.2.3	Balança + Tapete Transportador	18
3.2.4	Piso de alimentação do banbury.....	18
3.2.5	Misturador Fechado (Banbury)	19
3.2.6	Misturadores Abertos + Tapetes Transportadores.....	19
3.2.7	Empilhamento	20
3.2.8	Mesas Elevatórias 1, 2 e 3 + Prensa de Corte.....	21
3.2.9	Prensa de Moldar	22
3.2.10	Linhas de Estufas e Refrigeração	23
3.2.11	Armazém de matérias primas	24
3.2.12	Depósitos.....	25
4	Implementação dos princípios MPT	26
4.1	Análise de tempos produtivos, não produtivos e causas das avarias	26
4.2	Codificação dos Equipamentos.....	29
4.3	Manutenção Autónoma	30
4.4	Manutenção Preventiva.....	33
5	Mudanças de série e implementação da metodologia SMED nas prensas de corte e de moldar	36
6	Conclusões e Projetos Futuros	40
	Referências	42
	ANEXO A: Tempo de produção/bloco na linha CR1	43
	ANEXO B: A arte da cortiça	45
	ANEXO C: Fluxograma linha CR1	46
	ANEXO D: Equipamentos e seus constituintes na linha CR1	47
	ANEXO E: <i>Check Lists</i> de Manutenção Autónoma	52

ANEXO F: <i>Check Lists</i> de Manutenção Preventiva	57
ANEXO G: Modos Operativos.....	59

Siglas

ACC – Amorim Cork Composites

CR – Cork Rubber

DOP – Di Octil Ftalato

MAB – Misturador Aberto

MPT – Manutenção Produtiva Total

TPM – Total Productive Maintenance

SMED – Single Minute Exchange of Die

Índice de Figuras

Fig. 1 – Logo do Grupo Amorim.....	2
Fig. 2 – Unidades de negócio do Grupo Amorim	2
Fig. 3 – Logo da Amorim Cork Composites	3
Fig. 4 – Exemplo de aplicação de cortiça num pavimento desportivo (Amorim Cork Composites. <i>Construction</i> .2015)	4
Fig. 5 – Exemplo de aplicação em paredes e tetos (à esq.); Projeto ECOTRAIN, referente a comboios de alta velocidade (à dir.) (Amorim Cork Composites. <i>Innovation</i> . 2015)	4
Fig. 6 – Papel de revestimento de paredes interiores, <i>WallCORK</i> (Amorim Cork Composites. <i>Consumer_goods</i> . 2015).....	5
Fig. 7 – Casa TPS (Fonte: The Toyota Way)	8
Fig. 8 – Políticas de Manutenção	9
Fig. 9 – Os 8 pilares da Manutenção Produtiva Total (Fonte: Kaizen Institute).....	11
Fig. 10 – Áreas Produtivas na ACC	14
Fig. 11 – Cadeia de fluxo de valor da linha CR1	14
Fig. 12 – Disposição dos equipamentos na linha CR1	16
Fig. 13 – Ciclones industriais e ciclo filtro.....	17
Fig. 14 – Mini Silos	17
Fig. 15 - Balança e Tapete Transportador	18
Fig. 16 – Cacifos e Tapete Transportador	18
Fig. 17 - Banbury.....	19
Fig. 18 - MAB 01 e Tapete Transportador	19
Fig. 19 – MAB 02 e Tapete Transportador	20
Fig. 20 – Fluxo de transporte de material entre misturadores abertos.....	20
Fig. 21 – Empilhamento	20
Fig. 22 – Esquema do processo com lugar nas mesas elevatórias e prensa de corte.....	21
Fig. 23 – Mesas Elevatórias.....	21
Fig. 24 – Prensa de Corte	22
Fig. 25 – Prensa de Moldar.....	22
Fig. 26 – Esquema dos processos a decorrer na prensa de moldar.....	23
Fig. 27 – Transbordador, com 5 moldes sobrepostos num carro.....	23
Fig. 28 – Disposição das linhas de refrigeração e estufa.....	24
Fig. 29 – Linhas de refrigeração e estufas	24
Fig. 30 – Armazém de matérias primas	24
Fig. 31 - Depósitos	25
Fig. 32 – Etiqueta utilizada para codificação de balanças	30
Fig. 33 – Análise ABC referente às causas das avarias na prensa de moldar	33

Fig. 34 – Exemplo de moldador	36
Fig. 35 – Disposição dos colaboradores numa mudança de série	38
Fig. 36 – Disposição dos colaboradores numa mudança de ferramentas simultânea.....	39

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Tempos produtivos e não produtivos, em pontos percentuais	26
Tabela 2 – Causas dos tempos não produtivos, em pontos percentuais	27
Tabela 3 – Tempo de paragem de cada equipamento devido a avarias	28
Tabela 4 – Equipamentos críticos e tempo total de paragem	29
Tabela 5 – Informação necessária para codificação dos ventiladores	30
Tabela 6 – Distribuição dos colaboradores por equipamento.....	31
Tabela 7 – Simbologia utilizada nas <i>check lists</i> de Manutenção Autónoma.....	32
Tabela 8 – <i>Check List</i> de Manutenção Autónoma da prensa de moldar.....	32
Tabela 9 – <i>Check List</i> de Manutenção Preventiva da prensa de moldar	34
Tabela 10 – <i>Check List</i> de Manutenção Preventiva do banbury.....	35
Tabela 11 – <i>Check List</i> de Manutenção Preventiva da prensa de corte.....	35
Tabela 12 – Dimensões e tipos de moldador	37
Tabela 13 – Tarefas internas para troca de moldador.....	37
Tabela 14 – Tarefas externas para troca de moldador	38

1 Introdução

Num mercado competitivo e global como aquele em que nos encontramos inseridos atualmente, todos os pormenores no seio de uma organização são importantes. Como tal, a eliminação de todas as perdas e desperdícios nos mais variados setores da empresa revela-se fulcral numa competição global ao nível de custos, qualidade e serviço.

A implementação de um sistema de gestão de equipamentos que maximize a sua eficiência operacional, ao longo de toda a sua vida útil, é um grande desafio para qualquer gestor da manutenção. Numa empresa onde a componente industrial, como é o caso no presente projeto, apresente uma grande influência na componente produtiva, a aproximação à filosofia *lean thinking* dos zero defeitos e zero perdas revela-se ainda mais preponderante, tendo em vista o aumento da produtividade, a diminuição de avarias, o que consequentemente leva a maior competitividade.

Como tal, o presente projeto incide na implementação de princípios de Manutenção Produtiva Total (MPT), metodologia *lean*, como ferramenta para aumentar a fiabilidade dos equipamentos, numa linha de produtos aglomerados de cortiça com borracha.

1.1 Enquadramento do projeto e motivação

A presente dissertação ocorreu na *Amorim Cork Composites*, unidade de produtos aglomerados de cortiça com borracha da empresa.

A linha produtiva sobre a qual o projeto incidiu, a *Cork Rubber 1* (CR1), operava inicialmente 24 horas por dia, 7 dias por semana. Nos dias úteis, a carga horária dividia-se em três turnos diários fixos, enquanto que aos fins de semana encontravam-se apenas dois turnos em laboração, porém com 12 horas de duração. Atualmente verifica-se apenas a existência de um dos turnos em laboração ao fim de semana, prevendo-se num curto espaço de tempo que a produção se resume apenas aos dias úteis. O número de referências produzidas, mais concretamente dos diferentes tipos de blocos aglomerados de cortiça com borracha, é superior a cinquenta (Anexo A), podendo estes blocos apresentar ainda sete dimensões diferentes.

O grande desgaste a que os equipamentos se encontram sujeitos, dada a elevada carga horária de laboração e da tipologia de produtos utilizados, associado ao facto de por vezes ocorrerem, por turno, duas ou mais mudanças de referência, leva a que a implementação das metodologias MPT e *Single Minute Exchange of Die* (SMED) se revelem fulcrais para a empresa.

1.2 Grupo Amorim

De dimensão internacional e com grande foco no empreendedorismo, o Grupo Amorim é um dos mais dinâmicos de origem portuguesa. Pioneiro no setor da cortiça, a perceção acerca do enorme potencial da mesma matéria prima, 100% natural, esteve sempre presente, desde a sua fundação, já no longínquo ano de 1870, até aos dias de hoje.

Com mais de 3.000 colaboradores, o grupo apresenta uma posição de destaque na economia portuguesa, no que diz respeito às exportações.

Uma marca de referência, representada através do seguinte logotipo, presente na figura 1.



Fig. 1 – Logo do Grupo Amorim

Num período algo atribulado da economia mundial, o ano de 2014 foi o melhor de sempre da Corticeira Amorim, tendo esta apresentada os melhores indicadores da sua história. Foi estabelecido um novo recorde de vendas, no valor de 560,3M€, dando sequência a um resultado líquido consolidado de 35,8M€, que representa uma subida de 17,9% face ao resultado do ano anterior.¹

A cortiça é o “oxigénio” do grupo, como tal são tidas inúmeras preocupações em relação ao montado do sobreiro. Além do interesse pela preocupação ambiental, a área de I&D é também foco no seio do grupo, o que conduz a elevados investimentos em busca de uma melhoria qualitativa, bem como na otimização de processos e na conceção de novos produtos e negócios.

A Figura 2 apresenta as unidades de negócio do Grupo onde a cortiça é predominante.

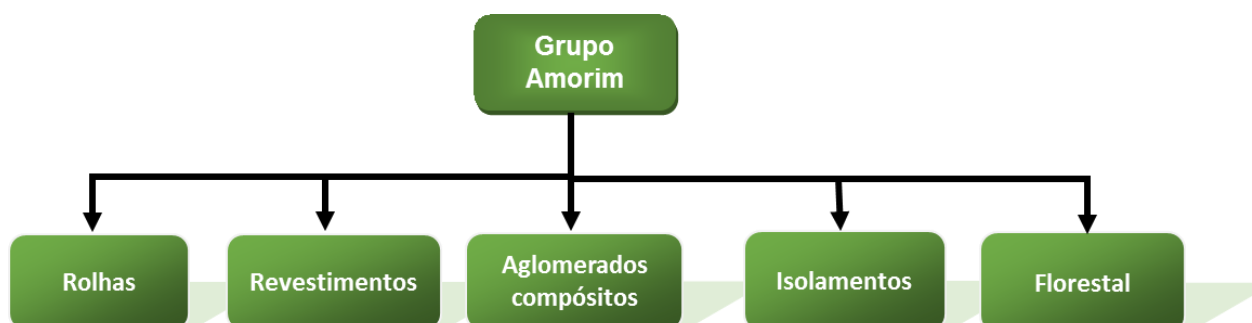


Fig. 2 – Unidades de negócio do Grupo Amorim

¹ Relatório e Contas'14 Corticeira Amorim, S.G.P.S., S.A.

No entanto, o Grupo está também presente em muitas outras áreas de negócio. No setor têxtil, através da Gierlings Velpor, estendendo o seu alcance também à vitivinicultura e ao enoturismo. Sendo claro que o *core business* do grupo é o setor corticeiro, ou não fosse líder destacado do mesmo a nível mundial, as áreas imobiliária, financeira e das telecomunicações são também alvo de participações do grupo.

1.3 Amorim Cork Composites

“Reinventing how cork engages the world”

Outrora com outra designação, já que a *Amorim Cork Composites* (ACC) resulta da junção da *Corticeira Amorim Industria* com a *Amorim Industrial Solutions*, trata-se da unidade de negócio do grupo responsável pela produção de aglomerados compósitos.

Contando com 430 colaboradores, encontra-se dividida em três grandes áreas: a produção de granulados, de aglomerados de cortiça e aglomerados de cortiça com borracha. A ACC reutiliza a cortiça não utilizada pela empresa do grupo responsável pela produção das rolhas como principal matéria prima de suporte ao desenvolvimento de um leque de produtos, destinados às indústrias dos transportes, construção, bem como dos bens de consumo.

A ACC, cujo logotipo se encontra representado na figura 3, é especialista na produção de compósitos de cortiça para uma grande variedade de aplicações e possui clientes espalhados um pouco por todo o mundo e pertencentes a diversos setores de atividade. O principal mercado de destino dos produtos da ACC é o mercado externo, sendo de destacar que a empresa se encontra presente em mais de 80 países. Desta forma, a ACC está presente em todos os continentes, sendo que os países mais representativos em termos de exportações são os Estados Unidos da América, a Alemanha e a Rússia.



Fig. 3 – Logo da Amorim Cork Composites

É uma empresa posicionada na vanguarda da pesquisa de novos produtos, novos mercados e novas aplicações, tentando potenciar ao máximo as características da cortiça. A constante busca pela inovação permite uma posição de destaque no mercado competitivo e global que vivemos atualmente, sempre com o objetivo de alcançar o consumidor primeiro que a concorrência, proporcionando-lhe produtos únicos e de qualidade, em diversas áreas.

1.3.1 Principais produtos e Mercados da ACC

A cortiça (Anexo B) é uma matéria prima 100% natural, reutilizável e reciclável, o que a torna, no plano ambiental, social e económico um dos mais versáteis materiais do mundo.

Possui propriedades únicas, entre as quais se destacam a sua leveza (mais de 50% do seu volume é ar), é impermeável a líquidos e gases, é elástica e compressível, além de ser um excelente isolador térmico e acústico. Suave ao toque, hipoalergénica, com grande resistência ao atrito, apresenta ainda uma combustão lenta, não produzindo chama nem libertando gases tóxicos durante esse mesmo processo. Como tal, a ACC, através dos seus aglomerados compósitos, consegue estar presente num grande número de mercados. De seguida, são enunciados alguns:

- **Construção**

O desenvolvimento de aplicações capazes e duradouras é um compromisso da ACC. São inúmeras as soluções de isolamento acústico e térmico, preenchimento e absorção de juntas de dilatação, bem como revestimento para paredes internas e externas.

A figura 4 ilustra uma aplicação compósita num pavimento de um ginásio desportivo, com destaque para a dureza, elasticidade, resistência e variedade de cores possíveis de implementar no mesmo.

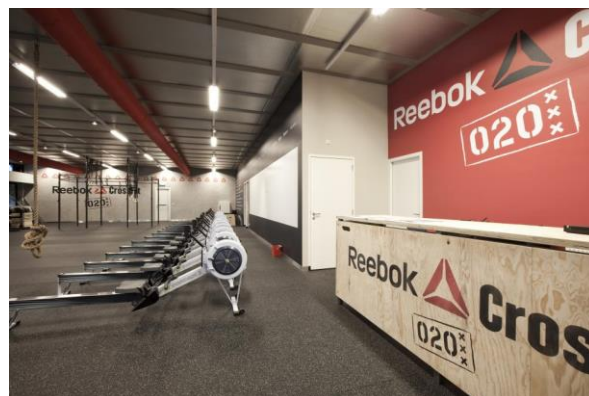


Fig. 4 – Exemplo de aplicação de cortiça num pavimento desportivo (Amorim Cork Composites. *Construction*.2015)

- **Transportes**

Com utilização em painéis e sistemas de pavimento, a ACC está presente nos veículos de transporte ferroviário. O peso reduzido da cortiça, aliado às suas propriedades anti vibração e de isolamento acústico, permite que as soluções desenvolvidas levem a uma redução no consumo energético, bem como um aumento do conforto dos passageiros.

A figura em baixo demonstra dois exemplos de aplicação dos aglomerados compósitos em interiores de veículos ferroviários.



Fig. 5 – Exemplo de aplicação em paredes e tetos (à esq.); Projeto ECOTRAIN, referente a comboios de alta velocidade (à dir.) (Amorim Cork Composites. *Innovation*. 2015)

- **Bens de consumo**

Criação de produtos de cortiça destinados ao uso doméstico e de escritório.

A figura 6 representa a marca *WallCORK*, utilizada em revestimento interior de paredes.



Fig. 6 – Papel de revestimento de paredes interiores, *WallCORK* (Amorim Cork Composites. *Consumer_goods*. 2015)

1.4 Objetivos do Projeto

O objetivo do presente projeto incide na implementação de princípios MPT numa linha de produtos aglomerados de cortiça com borracha.

A mudança rápida de ferramenta nas prensas de corte e de moldar, tendo em vista a redução dos tempos de *setup* com recurso a uma técnica ajustada, é também um dos alvos desta mesma dissertação.

1.5 Metodologia do Projeto

Inicialmente foi efetuada uma caracterização da linha em estudo, tanto do ponto de vista produtivo como do da manutenção, tendo em vista uma melhor compreensão dos processos e também dos elementos constituintes da mesma. De seguida, foi realizada uma análise dos tempos produtivos e não produtivos da linha CR1, para que fosse possível identificar o(s) elemento(s) crítico(s), bem como qual o verdadeiro impacto do tempo perdido nas mudanças de série e de ferramenta.

Posto isto, foram elaborados planos de Manutenção Autónoma, bem como planos de Manutenção Preventiva nos pontos identificados como problemáticos, ou por outras palavras, naqueles em que foi detetada uma maior percentagem de tempo perdido em avarias.

A metodologia SMED foi também bastante útil na tentativa de redução dos tempos de mudança de ferramenta.

1.6 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em seis capítulos.

Este primeiro é um capítulo introdutório, tendo sido apresentado o grupo empresarial, bem como a unidade de negócio em questão, além de ter sido efetuada a descrição do problema e da metodologia abordada para a sua solução.

No segundo capítulo é feito o enquadramento teórico do problema, sendo feita uma revisão das matérias que sustentam as soluções do projeto.

No terceiro capítulo é realizada uma descrição da linha produtiva, enunciados os equipamentos constituintes e respetivas funções, bem como os processos que desenvolvem.

No quarto capítulo é analisada a linha produtiva, são definidos os principais alvos de implementação da metodologia MPT, sendo desenvolvidos planos de Manutenção Autónoma e Preventiva que se julgam adequados.

No quinto capítulo são apresentadas as soluções propostas no âmbito da metodologia SMED, promovendo uma solução que permite uma redução de tempo nas trocas de ferramenta, nas prensas de corte e de moldar.

Por fim, no último ponto, são enunciadas as conclusões finais do estudo realizado, às quais são acrescentados possíveis trabalhos futuros de melhoria.

2 Revisão dos Conceitos

O presente capítulo apresenta uma revisão bibliográfica acerca das temáticas utilizadas no desenvolvimento do presente projeto. Inicialmente, é introduzido o conceito de *Toyota Production System* (TPS). De seguida, é realizada uma descrição dos possíveis tipos de manutenção passíveis de exploração por parte de uma empresa, sendo depois abordada uma outra filosofia que surgiu no âmbito do TPS, a Manutenção Produtiva Total (MPT), e que foi a base do trabalho desenvolvido neste projeto. Por fim, são referidas as origens e procedimentos necessários para implementação da metodologia SMED.

2.1 Toyota Production System (TPS)

O TPS é um Sistema de produção desenvolvido pela Toyota após a II Guerra Mundial, numa época em que a *Ford* e a *General Motors*, empresas concorrentes no setor, praticavam filosofias de produção em massa, com grandes economias de escala, procurando alcançar a máxima produtividade, ao mais baixo custo. Não podendo aplicar as mesmas medidas, dada a pequena dimensão do mercado japonês na altura pós guerra, Taiichi Ohno, engenheiro da Toyota na época, desenvolveu um projeto bem mais adequado à realidade da empresa. Com base na identificação dos desperdícios, bem como no foco daquilo que realmente poderia acrescentar valor ao consumidor, através de um trabalho cooperativo com a sua equipa, utilizando conceitos já anteriormente divulgados, foi construído aquele que hoje designamos como o *Toyota Production System* (TPS).

Um sistema de produção guiado por uma estratégia *Pull*, que abraça uma cultura de melhoria contínua, preocupação com a normalização dos procedimentos e com foco claro na eliminação dos desperdícios. Citando Shingo, “o mais perigoso tipo de desperdício, é aquele que não é imediatamente reconhecível”, o que traduz a dificuldade que a última tarefa pode acarretar à gestão de topo.

Segundo Liker (2004) trata-se de um sistema de produção assente em dois pilares, os denominados *Just in Time* (JIT) e *Jidoka*. A metodologia JIT ambiciona uma produção e entrega dos produtos corretos, na quantidade certa, no momento certo, utilizando os menores recursos possíveis e minimizando o *lead time*. Permite ainda uma redução de inventário, bem como evita produções excessivas e/ou desnecessárias. A sobreprodução é um claro indício de desperdício numa filosofia deste tipo. O segundo pilar foca-se já numa perspetiva mais qualitativa. Fornece às máquinas e aos operadores a capacidade de detetar anomalias, bem como de interromper de imediato a operação em curso, possibilitando assim uma garantia de qualidade do produto em cada etapa do processo.

Na figura 7 é possível visualizar a totalidade da “Casa TPS”. A sua fundação, *Heijunka*, ou por outras palavras nivelamento da produção, permite que a instabilidade a que a empresa pode estar sujeita, tendo em conta a procura dos clientes, se torne em algo estável, e relativamente previsível, com base nas encomendas prévias. Também na base de toda esta filosofia encontra-se a normalização dos processos e a gestão visual. A *Toyota* acredita que a normalização de procedimentos leva a trabalhadores mais capacitados nas suas tarefas, bem como mais comprometidos com processos de inovação. Neste ponto pode ser incluída a metodologia SMED, também ela desenvolvida na *Toyota*, um ponto bastante importante nesta filosofia, já que viabiliza a produção de uma grande variedade de produtos finais sem as perdas inerentes às mudanças de ferramenta.

A fiabilidade dos equipamentos pode ser considerada uma condição base para o cumprimento de todos os requisitos enunciados pela *Toyota*, o “alicerce” de toda esta “Casa TPS”. Os fundamentos do *Toyota Production System* (TPS) foram disseminados no Ocidente sob a designação de *Lean Manufacturing* a partir de 1990 e foram amplamente adotados em muitas empresas.

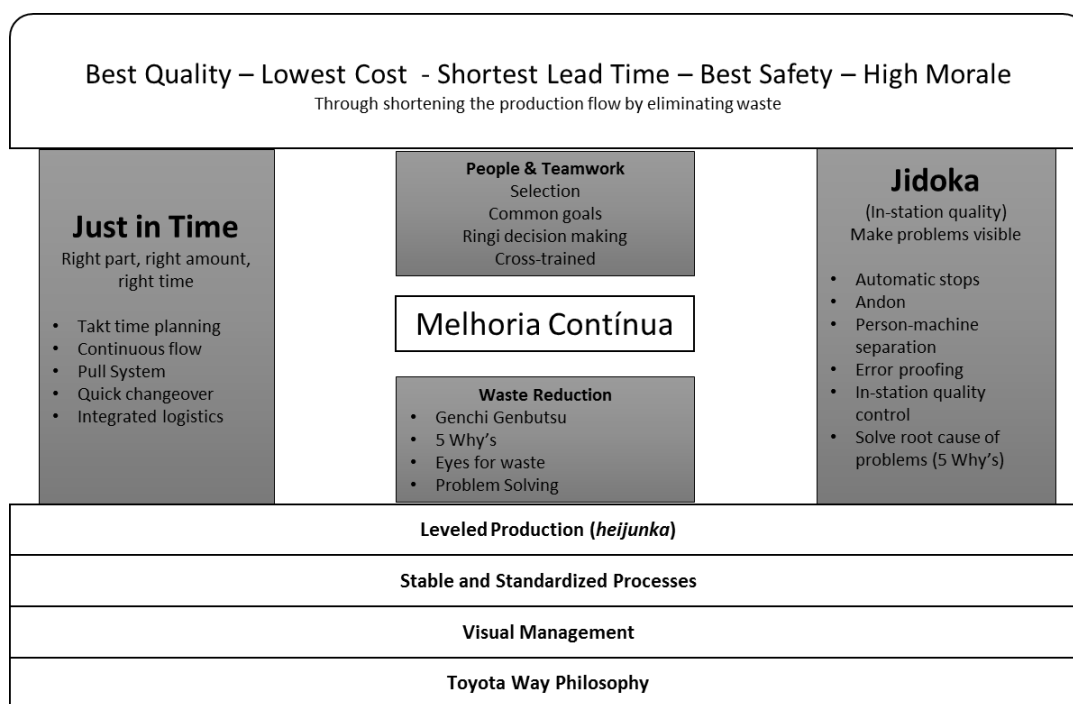


Fig. 7 – Casa TPS (Fonte: The Toyota Way)

2.2 Estratégias e Políticas de Manutenção

Atualmente, verifica-se uma abordagem à manutenção, num âmbito empresarial, bem diferente daquela que se verificava no passado. Novas ferramentas surgiram no decorrer do tempo, o *know how* evoluiu, pelo que cada vez se torna mais fácil uma previsão correta acerca das condições a que determinado equipamento se encontra sujeito, num determinado momento. Os gestores industriais apresentam também uma visão diferente acerca das potencialidades da manutenção, pois se esta acarreta determinados custos, por outro lado permite prevenir paragens de produção prolongadas, o que consequentemente leva a reduções de despesas operacionais. Citando Pinto (2002), “a atividade de manutenção tem vindo progressivamente a assumir maior importância nas empresas industriais como consequência

do seu cada vez maior impacto económico nos resultados, e da sua decisiva contribuição para a qualidade dos produtos, cumprimento dos prazos de entrega e rendimentos dos equipamentos de produção.”

2.2.1 Manutenção

Segundo Dhillon (2002), a manutenção aborda “*todas as ações apropriadas a assegurar o bom funcionamento dos equipamentos, garantindo que são efetuadas intervenções nas oportunidades certas, de forma a evitar que os equipamentos avariem ou baixem de rendimento. Caso tal se verifique, devem, com a maior brevidade possível, serem repostas as condições iniciais, ou ser atingido um ponto próximo do mesmo*”.

Por outras palavras, o objetivo é obter de cada um dos equipamentos o máximo tempo de vida útil possível, reduzindo os tempos não produtivos devido a avarias, mau estado dos componentes, e/ou acidentes daí derivados.

2.2.2 Políticas de Manutenção

As políticas de manutenção, segundo Pinto (2002), podem ser divididas em:

- Corretiva;
- Preventiva de periodicidade fixa;
- Preventiva com base no estado do equipamento;
- Melhorativa

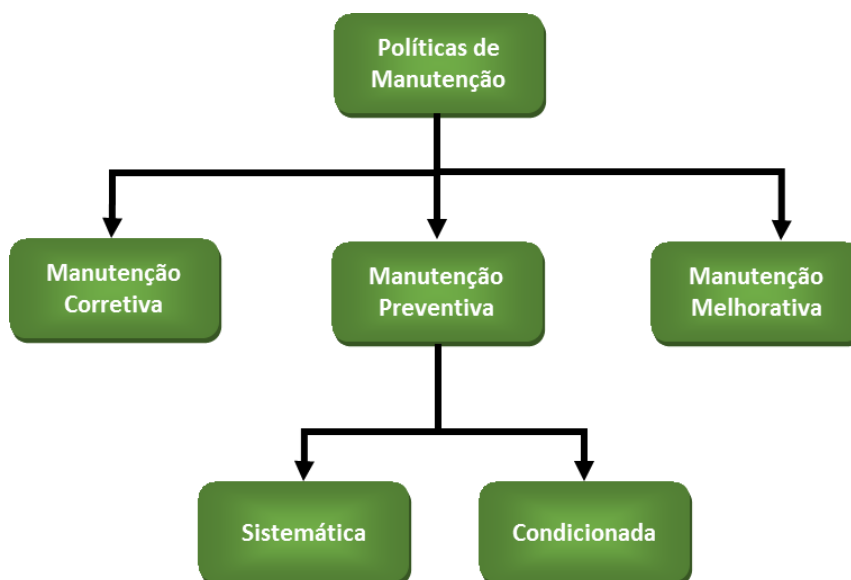


Fig. 8 – Políticas de Manutenção

Num caso em que se esteja perante uma política de manutenção corretiva, tal como o nome indica, a reparação da avaria apenas é realizada quando esta ocorre. Por outro lado, numa política preventiva, existem duas possíveis abordagens, sistemática ou condicionada. A primeira é efetuada com uma periodicidade fixa, através de visitas e inspeções periódicas a pontos críticos do equipamento, presentes na *check list*, bem como após análise de tempos

médios entre avarias similares. As intervenções são programadas, envolvendo a paragem do equipamento. Já a segunda, também designada de preditiva, é realizada em função do estado do equipamento. São analisadas variáveis de funcionamento, como a temperatura, vibração, ruído, estado do óleo de lubrificação, entre outras, o que permite prever, e reduzir ao máximo, futuras ocorrências indesejáveis.

Por último, numa política de manutenção melhorativa, são promovidos estudos e projetos, tendo em vista alterações nos equipamentos, com o objetivo de eliminar determinadas tarefas de manutenção.

2.3 Manutenção Produtiva Total (MPT)

A MPT é um conceito originário também no Japão, tendo Seiichi Nakajima como o seu fundador, e apresentando como base os seguintes objetivos: zero defeitos, zero acidentes, zero avarias.

Segundo Pinto (2002), trata-se de uma metodologia que requer o envolvimento de todos os colaboradores, dos vários departamentos, desde funcionários aos membros da gestão de topo. A MPT tem como grande foco, que equipamentos e processos garantam elevada resistência, fiabilidade e durabilidade. Para tal, é necessária uma forte ligação entre colaborador e máquina, construída ao longo do tempo. As horas de trabalho, experiência do trabalhador no manuseamento do equipamento, deverão permitir que este, através do sentido visual e/ou auditivo, consiga reduzir ao máximo todos os pontos que se revelem prejudiciais ao normal funcionamento da linha produtiva. Este deverá ser responsável pelo seu próprio autocontrolo, tornando-se responsável pelo seu próprio equipamento, bem como pela realização da manutenção autónoma que lhe for indicada.

Se por um lado o método TPS foca essencialmente a eliminação de todos os desperdícios, “Muda”, a MPT tem como ideia base sensibilizar, formar e treinar os operadores para a realização de tarefas de inspeção, manutenção e, inclusive, pequenas reparações nos equipamentos. Tem como objetivo reduzir ao máximo um outro tipo de “desperdício”, o tempo de produção perdido por avaria de cada máquina. Como tal, faz todo o sentido promover ambas as metodologias, visto que ambas se complementam. Por outras palavras, uma boa aplicação da MPT, poderá permitir a aplicação da metodologia TPS nas melhores condições.

Segundo Takahashi e Osada (1990) estamos perante um avanço relativamente às técnicas tradicionais de manutenção corretiva, preventiva e preditiva na medida em que são realizadas manutenções autónomas aos equipamentos, procurando repor as suas condições iniciais. A MPT está centralizada na melhoria da produtividade e qualidade dos produtos acabados, através de um aumento da eficácia dos equipamentos.

2.3.1 Fundamentos MPT

A MPT está assente em 8 pilares, que podem ser observados na figura 9.

- **Kobetsu Kaizen®** – também conhecido como melhoria focada, trata-se de um pilar com foco na eliminação de desperdícios através da aplicação de um método estruturado de identificação de problemas e análise das causas.

- **Manutenção Autônoma** – promove o aumento do nível de qualificação do pessoal, tendo em vista uma melhor compreensão, gestão e melhoria dos equipamentos e serviços sob a sua jurisdição.
- **Manutenção Planeada** – atividade normalmente liderada pela equipa de manutenção, com o objetivo da diminuição do número de avarias, e consequente diminuição de custos e aumento da eficiência do equipamento.
- **Formação e Treino** – o pilar que garante a sustentabilidade dos anteriores. Após identificação das *skills* mais preponderantes, os funcionários são treinados tendo em vista o desenvolvimento pessoal, para uma implantação bem sucedida da MPT. Boas aptidões e performance de todos os colaboradores são aspetos cruciais para o sucesso da metodologia.
- **Gestão Antecipada** – pilar geralmente implantado após os quatro referidos anteriormente, consiste na incorporação de melhorias transversais, tanto a nível de novos produtos, como em relação a *design* de equipamentos, através da aprendizagem recente capturada pelos diferentes colaboradores.
- **Qualidade** – consiste na compreensão e controlo das interações de todos os processos que possam permitir a ocorrência de defeitos. Reduz o custo da qualidade, já que tenta evitar o retrabalho, possíveis reclamações e inspeções. Eventuais defeitos tornam-se derivados a falhas dos sistemas de organização e não da responsabilidade do operador, pelo que produtos de fraca qualidade não são mais aceites como ocorrências normais. Ambiciona zero defeitos.
- **Segurança e Ambiente** – implementa um conjunto de tarefas que ambicionam alcançar os zero acidentes. Além disso, trata-se de um pilar que se foca na saúde de todos os colaboradores, bem como na preservação do ambiente.
- **Kaizen® Office** – concentra-se em todas as áreas que fornecem suporte administrativo à organização. Aplica os princípios MPT na eliminação de desperdício e perdas desses mesmos departamentos.



Fig. 9 – Os 8 pilares da Manutenção Produtiva Total (Fonte: Kaizen Institute)

2.3.2 Manutenção Autónoma

O segundo pilar da MPT, ilustrado na figura acima, segue uma abordagem estruturada, com o intuito de aumentar o nível de qualificação do pessoal, para que estes possam entender, gerir e melhorar os equipamentos e processos pelos quais são responsáveis. A implementação de uma manutenção autónoma tem o objetivo de transformar operadores reativos em pró-ativos, para que as micro paragens possam ser eliminadas e se consiga uma redução de defeitos e avarias.

A primeira fase visa estabelecer e manter as condições iniciais do equipamento, através da eliminação das causas de deterioração, bem como das fontes de contaminação forçadas. São introduzidas normas para limpeza, inspeção e lubrificação para o normal funcionamento do mesmo. Posto isto, as capacidades da equipa são potencializadas, o conhecimento acerca do equipamento é maior, pelo que os colaboradores são treinados ao nível dos princípios de funcionamento detalhados do equipamento, levando a uma melhoria da condição básica inicial. À medida que a experiência evolui, pretende-se que o operário se torne totalmente responsável pela máquina, assumindo um autocontrolo na ligação entre si mesmo e o equipamento.

Posto isto, a implementação de um sistema de manutenção autónoma permite um aumento da disponibilidade dos equipamentos. Leva ainda a um aumento do grau de motivação dos trabalhadores, visto que vêm o seu papel valorizado, adquirindo ainda excelentes competências técnicas.

2.3.3 Manutenção Preventiva

Este outro pilar da MPT visa atingir as zero avarias, através da implementação de um planeamento de manutenção que aumente a fiabilidade dos equipamentos, ao menor custo possível.

Como estamos num grau já mais avançado no que diz respeito a técnicas de intervenção, tratam-se já de funções desempenhadas pela equipa de manutenção em serviço na empresa. Numa primeira fase, os equipamentos são analisados tendo em vista a avaliação do seu desempenho operacional, os custos de manutenção em vigor são revistos, bem como são definidos o/os equipamentos críticos. É fornecido um suporte ao pilar da manutenção autónoma, para que um padrão básico de sustentabilidade seja estabelecido, o que permite o foco da equipa na eliminação das causas das avarias. O registo das intervenções efetuadas, bem como a manutenção de um *stock* de componentes críticos é um ponto fulcral para o bom funcionamento deste ponto.

2.4 SMED - Single Minute Exchange of Die

Setup é a descrição habitualmente utilizada para mudança de fabrico, ou troca de ferramentas. Durante este período de tempo de paragem, o processo não cria valor, pelo que é fulcral reduzir este tempo ao máximo, visto que se trata claramente de um desperdício. A redução do tempo de *setup* leva a uma redução de custos, além de permitir uma maior flexibilidade de produção. Para este efeito, Shigeo Shingo desenvolveu na Toyota uma

metodologia que causou grande impacto, dado que ia contra as filosofias de produção em massa na altura.

Citando Taiichi Ono (1985), *“até há cerca de dez anos atrás, a produção na nossa empresa realizava-se o máximo possível durante as horas laborais normais. Mudanças de cortantes, brocas, tentava-se que fossem realizadas nas paragens de almoço, ou ao final da tarde. Tínhamos uma política de substituição dos cortantes em cada cinquenta itens. Ainda que a produção tenha aumentado na última década, os colaboradores sempre acharam desnecessários os tempos requeridos para estas mudanças. Desde que a produção na parte da tarde parasse, sempre que era efetuada uma mudança num dia útil, os trabalhadores eram obrigados a trabalhar em turnos temporários no domingo seguinte. Isto levava a grandes prejuízos económicos, o que consequentemente era inaceitável. Como também pretendíamos que as atividades de manutenção fossem realizadas durante as horas laborais, começamos a estudar como poderíamos efetuar trocas de ferramenta num curto período de tempo. Shigeo Shingo, defendia “single minute setup changes”, pelo que sentimos que este conceito se enquadrava claramente nas nossas pretensões. Por vezes, depois de meio dia na realização de um setup, o equipamento poderia ser utilizado por apenas dez minutos. Agora, devemos pensar que mesmo que o setup ocorra nesse período, a produção deve ocorrer pelo menos nesse mesmo tempo.”*

Esta citação traduz a importância que as reduções de tempo de *setup* apresentam na melhoria das atividades produtivas, na sua globalidade.

Para a aplicação correta e eficaz do SMED, torna-se imprescindível a perceção exata das diferenças entre atividades internas e externas. As primeiras, apenas podem ser executadas com as máquinas paradas, enquanto que as segundas podem ser realizadas com as máquinas em funcionamento, como é o caso da preparação do material a ser substituído na troca de ferramenta.

A implementação desta metodologia, segundo Shingo, baseia-se em três passos principais:

- **Etapa 1 – Separação entre atividades internas e externas**

Esta é a fase mais importante do SMED. Após observação e análise de todas as etapas presentes no processo de mudança de ferramenta, segundo Shingo, a separação das atividades de uma forma correta poderá permitir poupanças de tempo entre os 30% e os 50%. A preocupação deverá recair na tentativa de inicialmente já identificar o maior número de tarefas externas possíveis.

- **Etapa 2 – Conversão de tarefas internas em externas**

Neste ponto é efetuada uma revisão de todas as tarefas internas enunciadas anteriormente, de modo a identificar aquelas que podem ser externalizadas e podem passar a ser efetuadas fora da máquina.

- **Etapa 3 – Simplificação dos processos de forma a uma otimização da metodologia proposta**

Este passo passa por uma redução dos tempos de execução das tarefas, com especial nas internas, de modo a encurtar ainda mais a sua duração.

3 Atividade produtiva de aglomerados com borracha na Amorim Cork Composites

A produção na *Amorim Cork Composites* pode ser essencialmente dividida em três grandes grupos, demonstrados na figura 1.



Fig. 10 – Áreas Produtivas na ACC

3.1 O processo de produção de aglomerados de cortiça com borracha

Na figura 11, são evidenciadas as atividades que acrescentam valor neste processo produtivo.



Fig. 11 – Cadeia de fluxo de valor da linha CR1

A criação de valor do produto final tem o seu início no banbury, equipamento onde se processa a mistura entre os vários constituintes. Não sendo capaz de promover a homogeneização adequada, esta atividade tem a sua máxima eficiência nos misturadores abertos, onde a mistura final após várias passagens pelos cilindros é arrefecida, além de adquirir a homogeneização e continuidade desejadas.

De modo contínuo, o material flui por um tapete transportador, até sofrer a primeira operação de corte, que ocorre na guilhotina. Neste ponto, o aglomerado segue sob a forma de folhas, que são empilhadas umas sobre as outras com o auxílio de um manipulador, dando origem a um bloco.

Para uma maior qualidade do produto final, o referido bloco obtém as dimensões exatas na prensa de corte, o que se traduz numa maior facilidade na moldagem, com lugar na respetiva prensa para esse efeito. O bloco, após colocado no interior de um molde segue para as estufas, local onde se dá a vulcanização. Por fim, dá-se o processo de desmoldagem, onde o produto final é finalmente retirado do interior do molde.

3.2 A linha CR1

A linha de produção CR1 é destinada ao fabrico de blocos aglomerados de cortiça com borracha. Composta por 7 colaboradores por turno, labora sem interrupção, 24 horas por dia, 7 dias por semana. Nos dias úteis os turnos são fixos, com duração de oito horas, enquanto que aos fins de semana o tempo de laboração encontra-se dividido em turnos de doze horas. No entanto, esta situação é temporária, visto que a produção se irá resumir aos cinco dias úteis.

O produto final resulta da mistura de cortiça, borracha, óleos e pós químicos, transformação essa que é auxiliada por determinados aceleradores. A cortiça utilizada tem a forma de três diferentes tipos de granulado, divididos consoante a sua dimensão, em 0,5/1, 1/2 e 2/3 mm. A granulometria situada entre os 1 e 2 mm pode apresentar baixa e média densidade. Os denominados microfinos, com granulometria inferior a 0,5 mm são também utilizados em algumas misturas finais.

A linha produtiva apesar de maioritariamente instalada no mesmo nível, piso 0 do pavilhão, apresenta outros equipamentos dispostos em quatro andares diferentes, aos quais ainda podemos acrescentar os ciclones e o ciclo filtro, situados no topo do pavilhão, porém já na parte exterior. Tal pode ser melhor visualizado na figura 12, onde se pretende evidenciar a disposição dos constituintes da linha nos diferentes pisos.

Os ciclones e o ciclo filtro situam-se no topo do pavilhão, ainda no exterior. Já na parte interior, descendo do piso 4 até ao piso 1, em todos os andares se processa a preparação dos constituintes das misturas a realizar, que como já referido, têm lugar no banbury.

No piso 0, verificam-se as restantes operações de criação de valor do produto final. Fluindo de modo contínuo, o material é cortado na guilhotina, deslocando-se através de um tapete até à mesa elevatória 2, equipamento no qual folhas são sobrepostas, sendo este o ponto de origem da formação do bloco. Este é então processado, sofrendo processos de corte e moldagem, antes do transporte até às estufas, onde se dá a vulcanização. É então colocado nas linhas de refrigeração, até nova passagem pela prensa de moldar, onde é extraído do molde onde se encontra inserido.

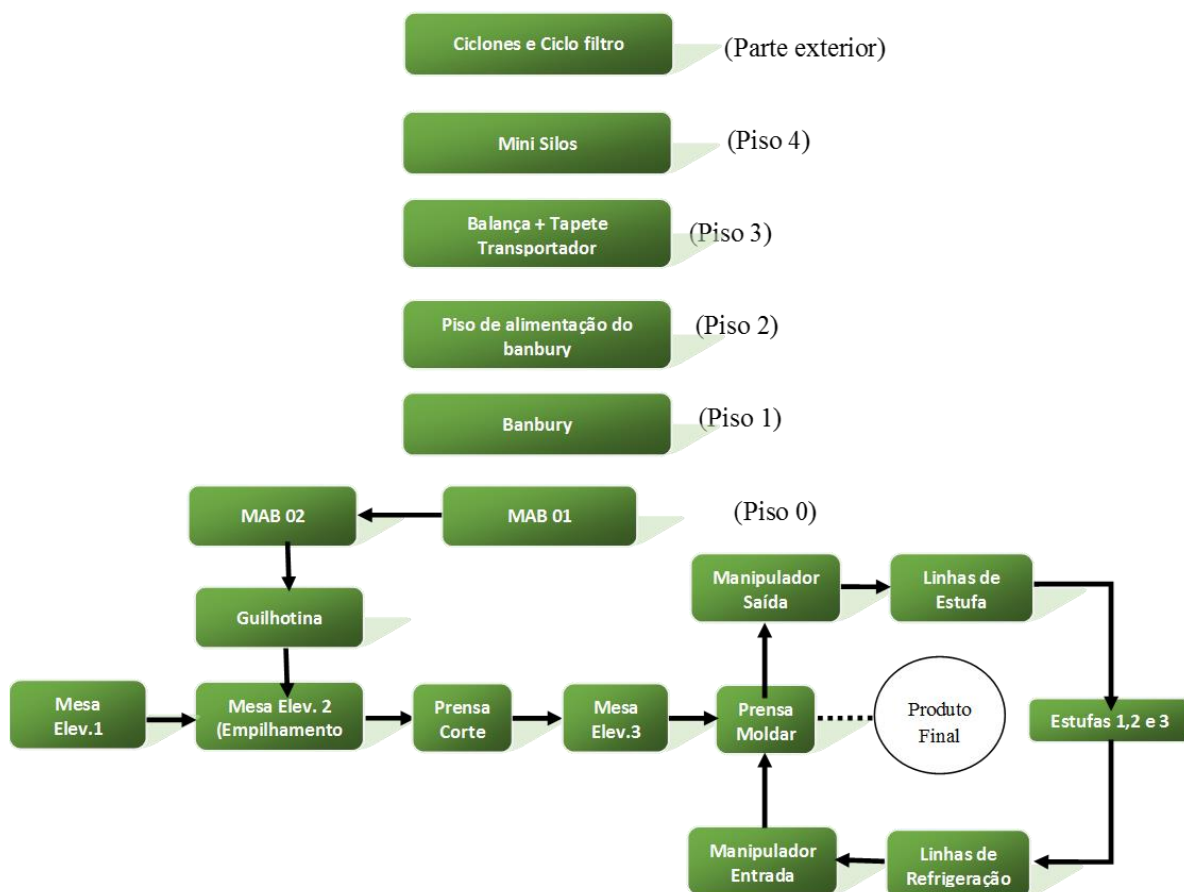


Fig. 12 – Disposição dos equipamentos na linha CR1

Além da disposição dos equipamentos, também exemplificada no Anexo C, existem outros pontos importantes para a perceção das potencialidades e limitações da linha produtiva, tais como:

- Existem 5 dimensões diferentes para os moldes nos quais são inseridos os blocos (1000*1000mm; 1270*760mm; 1270*1040mm; 915*915mm e 1270*660mm), sendo que nos dois últimos casos, estes também podem variar entre 4,5 e 6 polegadas de altura;
- Os moldes podem ser automáticos ou manuais. No primeiro caso, a moldagem/desmoldagem é efetuada com o auxílio de um sistema de ar comprimido, enquanto que no segundo, cavilhas são inseridas e retiradas dos mesmos. Como consequência, os moldadores adaptam-se ao tipo de molde em questão, podendo estes também ser automáticos ou manuais;
- O número de tipos de misturas finais produzidas é superior a 50 (Anexo A);
- Existem três linhas de estufa e cinco linhas de refrigeração;
- Existe um período de espera que poderá ser relativamente longo nas linhas de estufa. Para ser dada ordem de entrada dos carros nas estufas, geralmente aguarda-se que 7 carros, compostos cada um com 5 moldes sobrepostos, estejam completos;
- O período de vulcanização (explicação detalhada no subcapítulo 3.2.10) pode ir desde as 7 até as 10 horas, consoante a altura dos moldes e o tipo de massa em questão.

3.2.1 Ciclones industriais e ciclo filtro

A cortiça, em forma de granulado e de microfinos, não se encontra armazenada no já referido local adjacente à linha produtiva. Três tipos de granulado, de 0.5/1, 1/2 e 2/3mm, são deslocados através de condutas de um outro edifício até ao topo do pavilhão onde se encontra a linha CR1, onde na parte exterior se encontram três ciclones industriais e um ciclo filtro.

Os ciclones, equipamento extremamente usado em ambiente industrial, permitem a extração de partículas sólidas em suspensão. A existência de uma grande depressão, devido à presença de uma válvula de regulação da pressão do ar que se desloca nas condutas, leva a que as partículas granuladas, ao atingirem este local, efetuem um movimento de descida até ao silo da respetiva dimensão. No reservatório, que inicialmente apresenta uma forma uniforme, o movimento do granulado é efetuado em espiral, sendo as partículas de maiores dimensões projetadas contra as paredes do ciclone e assim separadas do ar. A eclusa, um dos componentes constituintes do ciclone, tem funções de regulação e de doseamento da passagem do granulado, sendo ainda responsável pelo impedimento da deslocação do ar no sentido ascendente, o que levaria a que as partículas de granulado migrassem para as condutas de transporte das quais são provenientes. Apresentam ainda na sua composição, cada um, um moto redutor, de acionamento, bem como um detetor de nível, cuja função é de impedir o depósito de volumes de granulado acima do desejável.

O filtro é o elemento capaz de eliminar as partículas sólidas que não efetuaram o movimento descendente pretendido, e/ou as impurezas presentes no sistema. As mangas filtrantes, cilindros presentes no interior, permitem a passagem do ar enquanto efetuam a retenção das partículas sólidas. Com isto, promovem a divisão do reservatório em duas câmaras, uma de ar limpo na parte superior, e outra de ar sujo. Na parte inferior existe também um senfim, onde as partículas ficam aglomeradas, um pouco à imagem do “saco” existente num aspirador convencional, de onde são posteriormente retiradas, através de uma válvula de saída. Esta ação impede que as partículas emigrem na direção do ventilador, evitando assim qualquer tipo de poluição atmosférica. Trata-se portanto de um sistema de pouca complexidade, eficaz, de ampla utilização no âmbito industrial,

dado o seu baixo custo de manutenção.

3.2.2 Mini Silos

No piso superior, porém já na parte interior, encontram-se quatro mini silos, exemplificados na figura 14. Locais de armazenamento dos diferentes tipos de granulado, estes são divididos consoante a granulometria – 0.5/1, 1/2 e 2/3. Os microfinos, com dimensões inferiores a 0.5mm, são também aqui



Fig. 13 – Ciclones industriais e ciclo filtro



Fig. 14 – Mini Silos

depositados, no mini silo em falta.

Constituídos pelo agitador, que promove o movimento das partículas, pelo arrasto e pelo senfim, peça fundamental dada a sua função de doseador. No seu término, e para promover uma maior precisão da pesagem, existe uma válvula de borboleta que impede que ocorra uma sobredosagem na seleção do granulado pretendido. Também eles apresentam moto redutores de acionamento, bem como detetores de nível. Equipamento que requer especial atenção para que não ocorram faltas de matéria prima e/ou para que os níveis de granulado se mantenham dentro dos limites. Caso contrário, poderão ocorrer paragens na produção.

3.2.3 Balança + Tapete Transportador

Situada no piso imediatamente abaixo, encontra-se a balança. Este equipamento pesa o granulado proveniente do silo previamente selecionado, tendo em conta as tipologias e dosagem necessárias para a mistura final pretendida. Constituída por células de carga e por um cilindro pneumático de abertura, responsável pela descarga do granulado de cortiça.



Fig. 15 - Balança e Tapete Transportador

De seguida, através do tapete transportador, acionado também ele por um moto redutor, a cortiça é inserida no banbury.

3.2.4 Piso de alimentação do banbury

Descendo mais um piso, estamos no nível onde se encontram os cacifos e os reservatórios dos dois tipos de óleo utilizados, ou por outras palavras, o piso de alimentação do banbury. Os últimos, são também eles equipamentos de armazenamento, no entanto de dimensão mais ajustada à dosagem efetivamente necessária à referência em questão. O tapete transportador tem uma função de



Fig. 16 – Cacifos e Tapete Transportador

suporte, visto que permite uma preparação atempada de cada mistura final.

Os cacifos, doze no seu total, possuem no seu interior substâncias químicas, introduzidas pelo operador responsável, após receção das embalagens provenientes do armazém, tendo cada um no seu interior um diferente constituinte.

Dois reservatórios encontram-se também neste local, possuindo os dois igual capacidade, e cuja função reside no envio dos produtos existentes no seu interior, na quantidade exata, para o interior do banbury.

3.2.5 Misturador Fechado (Banbury)

O banbury, demonstrado na figura 17, é um misturador fechado, podendo ser considerado como o “cérebro” de toda a operação produtiva. Através de transformações químicas e físicas, são produzidos os *pigs*, bem como as misturas finais.

A existência de um *software* onde se encontram programadas as sequências operativas de cada mistura mãe e final, dosagens, temperaturas, tempos de produção, entre outros aspetos, permite aos dois operadores responsáveis pelo equipamento um controlo total do processo, “libertando-os” um pouco para a preparação das misturas. Os ingredientes (*pigs*, granulado e substâncias químicas) são

introduzidos pela porta de carga, movimentando-se até à câmara de mistura. Nesta fase, o pilão encontra-se subido, permitindo assim a chegada dos produtos iniciais. Dá-se depois início ao movimento de descida, que quando concluído faz com que o pilão exerça pressão sobre os ingredientes contra os rotores e contra as paredes da câmara de



Fig. 17 - Banbury

mistura, promovendo uma melhor eficiência da mistura final. O

processo dá-se por concluído quando a temperatura pretendida, medida pelas sondas, for alcançada, ou caso tal não aconteça, quando for atingido o tempo máximo de operação. Informação mais detalhada acerca dos constituintes deste e dos outros equipamentos encontra-se no Anexo D.

3.2.6 Misturadores Abertos + Tapetes Transportadores

Finalizado o processo anterior, a porta de descarga é o ponto de contacto entre o banbury e o primeiro misturador aberto (MAB 01).

A MAB 01, apresentada na figura 18, é composta por dois cilindros de igual dimensão que rodam em sentidos opostos, mas que operam a iguais temperaturas e velocidades. Aqui, a mistura final é homogeneizada e arrefecida. Neste ponto, o operador não se preocupa



Fig. 18 - MAB 01

com as dimensões finais do bloco, apenas em fornecer material de forma contínua, que seguirá para a MAB 02, através de um tapete transportador. O *pig*, já referenciado

anteriormente, apenas é processado no banbury e neste mesmo ponto. Aqui, também ele é homogeneizado na MAB 01, sendo então colocado numa forma semelhante à de um cilindro, com a pesagem pretendida de acordo com a mistura mãe em questão.

Na MAB 02 presente na figura 19, é promovida uma maior homogeneização da mistura final, com o objetivo de que esta saia deste equipamento de uma forma o mais contínua possível e sem pequenas fissuras. Num cenário operativo ideal, o material desde que estivesse colocado no primeiro misturador aberto deveria circular até ao tapete transportador posterior ao segundo misturador de uma forma contínua.



Fig. 19 – MAB 02 e Tapete Transportador

Por vezes, a homogeneização da massa na MAB 02 não é um procedimento fácil. Certas misturas finais apresentam dificuldades de aderência, pelo que se torna necessária a colocação de leite em pó dissolvido em água nos cilindros, tendo em vista uma maior aderência entre a mistura final e superfície.

As MAB's encontram-se dispostas de forma ortogonal, de forma a que seja possível trabalhar a mistura num sentido, e seguidamente no sentido ortogonal, assegurando uma melhor qualidade da mesma. Tal pretende ser demonstrado na figura 20.

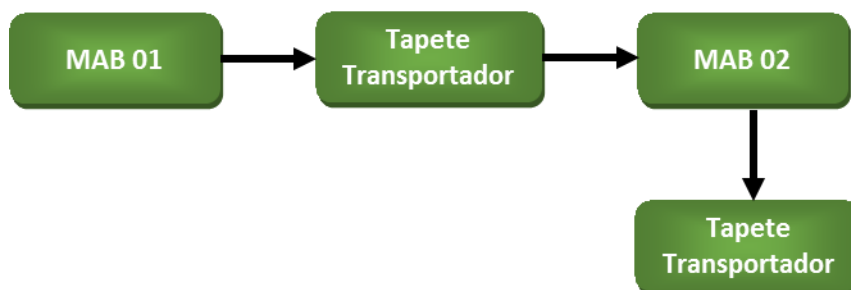


Fig. 20 – Fluxo de transporte de material entre misturadores abertos

3.2.7 Empilhamento

Fase em que se inicia a construção física do bloco. É neste ponto, exemplificado na figura 21, que se torna perceptível a importância do material fluir da MAB 01 para a MAB 02 e desta para o tapete, de forma sucessiva. Quanto mais contínuo for este processo, mais rápida e mais eficaz será a construção do bloco.



Fig. 21 – Empilhamento

O material flui através de dois tapetes transportadores. Nas extremidades do segundo encontram-se sensores dimensionais, que ativam a guilhotina, cortando o material numa dimensão ao nível do comprimento já bastante

próxima da pretendida. Formam-se assim folhas, quadradas ou retangulares, que com o auxílio de um manipulador (pinça) são então colocadas na mesa elevatória 2, sobre uma chapa metálica, que facilita o transporte do bloco. As folhas são sobrepostas até ser alcançado o peso recomendado para aquele tipo de mistura e de dimensão.

3.2.8 Mesas Elevatórias 1, 2 e 3 + Prensa de Corte

Como referido anteriormente, as folhas provenientes do empilhamento são colocadas na mesa elevatória 2, um equipamento de acionamento mecânico.

Nesta fase, todos os processos são extremamente automatizados, tudo se desenrola com a mínima intervenção do operador, que basicamente tem uma tarefa de gestão visual.

O esquema do processo está representado na figura 22. De realçar que três platinas metálicas, peças maquinadas com o intuito de servirem de suporte aos blocos, funcionam em circuito fechado.

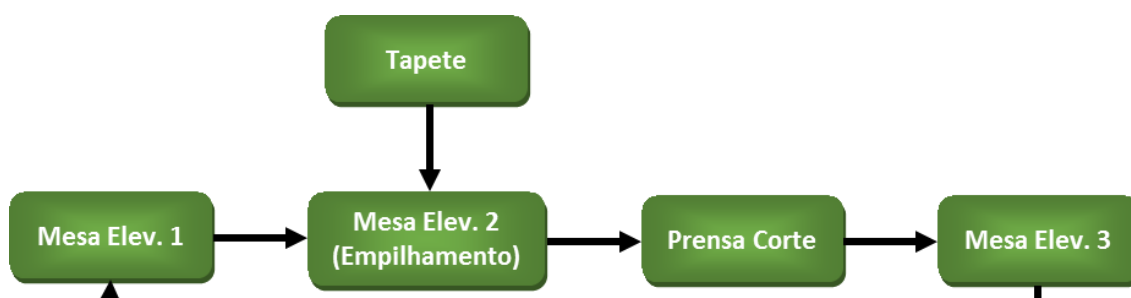


Fig. 22 – Esquema do processo com lugar nas mesas elevatórias e prensa de corte

A mesa elevatória 1, em relevo na figura 23, de acionamento hidráulico, tem uma função de suporte. Através de um transportador de rolos recebe a platina metálica vazia proveniente da mesa 3, também ela de acionamento hidráulico, ficando a mesma aí em espera até que a sobreposição de folhas na mesa 2 atinja o peso desejado. Este mesmo peso é ligeiramente superior ao pretendido no bloco pré vulcanizado, visto que é preciso ter em conta a operação seguinte, a ocorrer na prensa de corte. Quando tal é alcançado, é dada ordem para que as chapas se movimentem, da mesa elevatória 2 para a prensa de corte, e da mesa elevatória 1 até à mesa elevatória 2, por esta ordem.



Fig. 23 – Mesas Elevatórias

Durante este processo, uma outra chapa fica livre na mesa elevatória 3, seguindo o trajeto acima referido.

Na prensa de corte, o bloco é cortado exatamente nas dimensões de comprimento e largura pretendidas. A prensa, representada na figura 24, está ainda equipada com uma balança digital, permitindo obter uma pesagem final do bloco, mais precisa, registada pelo operador no sistema.

O bloco é “preso” pelo calcador, efetuando o cortante o movimento de descida, retirando o material que se encontra em excesso. No entanto, este mesmo material não pode ser classificado como desperdício, uma vez que é reutilizado, seguindo novamente para um dos misturadores abertos (MAB 01 ou MAB 02), para novo processamento.



Fig. 24 – Prensa de Corte

3.2.9 Prensa de Moldar

Neste equipamento, ilustrado na figura 25, o bloco aglomerado tem uma dupla passagem, visto que entra num novo circuito fechado, dos moldes de vulcanização.

O processo começa com a desmoldagem de um bloco vulcanizado, libertando assim esse molde para o novo bloco que irá entrar no circuito de vulcanização. Neste ponto, sofre o processo de desmoldagem, ou seja, o bloco como produto acabado é retirado do molde, com recurso a um manipulador, mais concretamente uma pinça. De seguida, e para que este processo se torne mais rápido e mais eficiente, é colocado no mesmo molde o bloco pré-vulcanizado que se encontra na mesa elevatória 3, de novo com o auxílio de um manipulador (insere bloco). É então ordenado o movimento do molde através do já referido tapete de correntes, até ao ponto em que o manipulador de saída (retira bloco) o retira deste processo, colocando-o num carro, transportado de seguida pelo transbordador até às linhas de estufa.

Caso o molde seja automático, a moldagem e/ou desmoldagem é efetuada com o auxílio de braços pneumáticos. Por outro lado, se o mesmo for manual, a moldagem e/ou desmoldagem consiste na inserção/retirada das cavilhas (4 ou 5, dependendo dos moldes), por parte do operador. Consequentemente, o segundo método implica normalmente um maior dispêndio de tempo, já que por vezes verificam-se algumas dificuldades na colocação ou extração das cavilhas. É também colocada uma folha de papel vegetal a separar o bloco do molde, de forma a impedir uma eventual colagem entre os dois.



Fig. 25 – Prensa de Moldar

Segue-se uma explicação, na figura 26, do processo que ocorre neste equipamento.

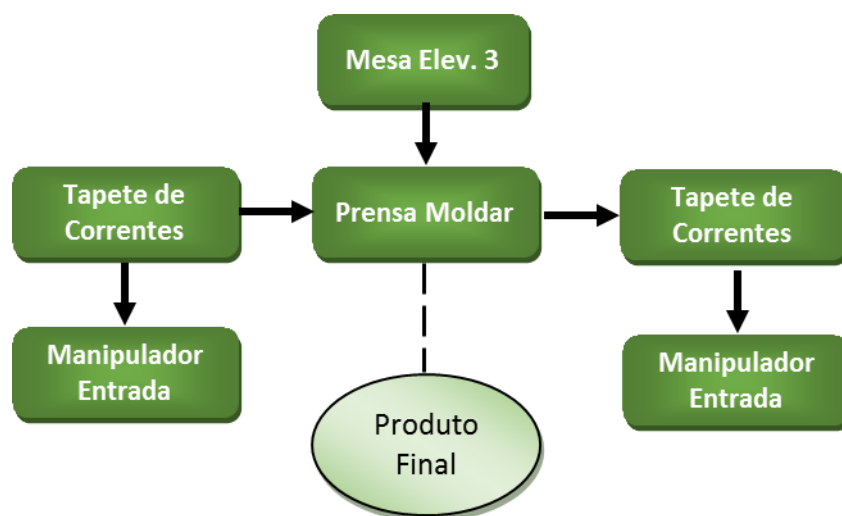


Fig. 26 – Esquema dos processos a decorrer na prensa de moldar

3.2.10 Linhas de Estufas e Refrigeração

Os moldes exemplificados no subcapítulo anterior são colocados em carros. Estes são compostos geralmente por cinco moldes sobrepostos, e são transportados por um veículo, o denominado transbordador. Este é responsável por colocar os carros nas linhas de estufa quando os blocos se encontram pré-vulcanizados, e pela colocação dos mesmos nas linhas de refrigeração, após passagem dos blocos pela estufa.

Existem três estufas e cinco linhas de refrigeração. As primeiras trabalham aproximadamente a 162°C e possuem três sensores medidores de temperatura, um em cada uma das extremidades e outro ao centro.

A vulcanização, processo que decorre no interior das estufas consiste num processo de polimerização, que ocorre a uma determinada temperatura e provoca uma alteração irreversível a nível molecular, da borracha, conferindo-lhe as características de elasticidade e de forma pretendidas. Por outras palavras, o bloco aglomerado passa de um estado plástico para um estado elástico. O tempo de permanência no interior das estufas varia de acordo com as misturas finais, bem como com a dimensão dos moldes, podendo ir desde as sete horas até dez 10 horas.



Fig. 27 – Transbordador, com 5 moldes sobrepostos num carro

Segue-se uma representação esquemática da disposição das estufas e respetivas linhas de entrada e saída das mesmas, as últimas denominadas como linhas de refrigeração.

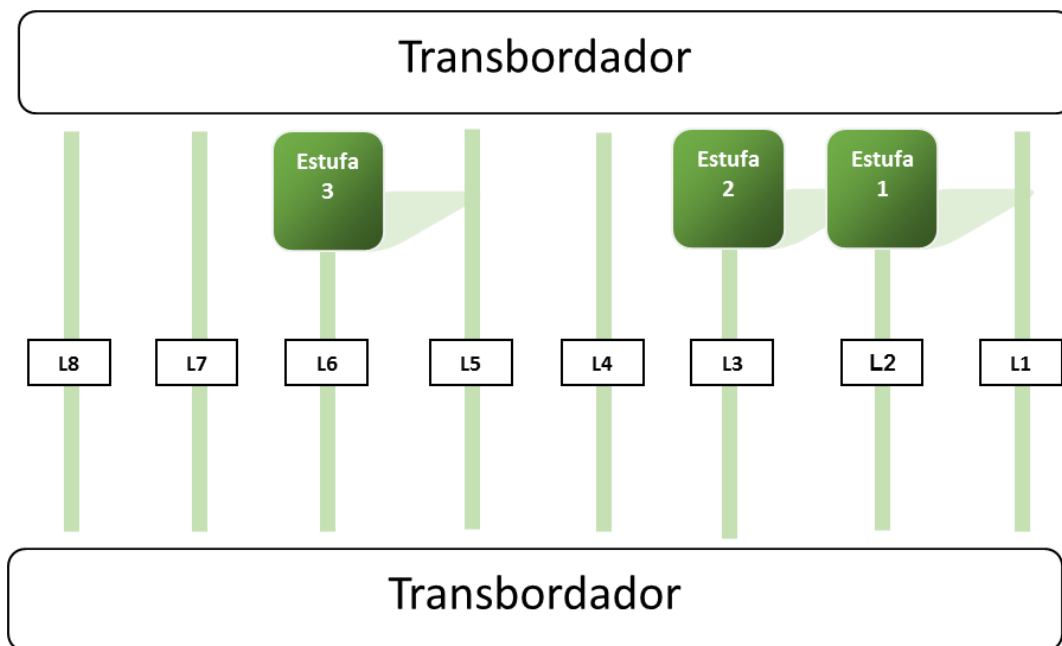


Fig. 28 – Disposição das linhas de refrigeração e estufa

As linhas de refrigeração têm como função proporcionar um arrefecimento mais rápido dos moldes provenientes das estufas. Trata-se de um sistema de ar frio, colocado no topo do pavilhão. Um ventilador colocado no exterior do pavilhão impele o movimento da água fria, que circula num circuito fechado. Consequentemente, estamos perante um sistema industrial de



Fig. 29 – Linhas de refrigeração e estufas

baixo custo, com uma excelente preocupação ambiental, visto que devido ao facto de ser um circuito fechado, é promovida uma grande poupança de água.

3.2.11 Armazém de matérias primas

Neste local, como ilustra a figura 12, realiza-se o armazenamento de produtos essenciais ao normal funcionamento do processo produtivo na linha CR1. Matérias primas, como a borracha ou substâncias químicas ainda empacotadas, são aqui colocadas, bem como *pigs* necessários para a produção da semana em questão.



Fig. 30 – Armazém de matérias primas

3.2.12 Depósitos

Reservatórios de grande dimensão, responsáveis pelo armazenamento de duas tipologias de óleos diferentes, utilizados na linha CR1. O de maiores dimensões armazena um determinado tipo de óleo, enquanto que os menores, de igual capacidade, 25m^3 , apresentam um plastificante no seu interior.



Fig. 31 - Depósitos

A informação referente aos constituintes e quantidade dos componentes de cada macro equipamento encontra-se no anexo D. O levantamento teve em consideração a tipologia dos componentes, visto que podem ser agrupados em famílias, como por exemplo bombas, válvulas, filtros, entre outros, que requerem cuidados de manutenção similares.

4 Implementação dos princípios MPT

A linha de produção envolvida no presente projeto é bastante recente na *Amorim Cork Composites*, pelo que apresenta pouco tempo de laboração, o que leva a que alguns processos ainda se encontrem numa fase experimental, procurando melhorar a eficiência operativa. Como tal, certas micro paragens foram desde logo identificadas e eliminadas, tendo em vista uma melhoria das condições de implementação da metodologia MPT.

4.1 Análise de tempos produtivos, não produtivos e causas das avarias

O registo dos tempos produtivos e não produtivos, bem como quais os motivos dos últimos, era realizado em papel pelos colaboradores, no entanto não era posteriormente efetuada uma análise por parte do departamento de manutenção. Como tal, esta inexistência de informação concreta era algo que impedia a aplicação da metodologia MPT, pelo que foram analisados os registos dos colaboradores desde o dia 17 de agosto, data em que regressaram de férias e se depararam com algumas modificações na linha CR1, até ao passado dia 15 de dezembro. Para além disso, foram medidas e registadas, durante longos períodos de tempo de observação, as paragens ocorridas para assegurar a credibilidade dos dados, além de adquirir uma melhor perceção acerca de possíveis métodos de resolução dos problemas.

Tempos produtivos e não produtivos foram analisados, permitindo as seguintes conclusões, presentes na tabela 1.

Tabela 1 – Tempos produtivos e não produtivos, em pontos percentuais

Mês	Tempo Produção (%)	Tempo Não Produtivo (%)
Agosto (desde dia 17)	63,31	36,69
Setembro	66,90	33,10
Outubro	66,12	33,88
Novembro	71,16	28,84
Dezembro (até dia 15)	71,94	28,06

Num cenário ideal, para um turno referente a um dia útil (8 horas de laboração), o tempo total não produtivo seria de sensivelmente 60 minutos (12,49%), divididos em 40 minutos para refeições, e 10 minutos tanto para operações de limpeza bem como de arranque, os dados obtidos na tabela acima revelam que a linha está a funcionar bastante abaixo do seu potencial.

No entanto, é visível que o tempo produtivo apresenta uma trajetória ascendente, o que traduz uma correspondência positiva em relação a certos ajustes efetuados.

Posto isto, era necessário perceber quais as causas dos tempos não produtivos, pelo que estes foram divididos em cinco categorias diferentes, nomeadamente avarias, *setup's*, limpeza, arranque e outras. A classe avarias diz respeito a tarefas de manutenção, enquanto que as classes *setup* e arranque dependem já do planeamento da produção. As tarefas de limpeza englobam, tal como o nome indica, tarefas desempenhadas pelos colaboradores para uma garantia do asseio da linha produtiva, que denota uma grande sujidade. São normalmente realizadas no final de cada turno. Na categoria outras podem ser contabilizadas ações de formação, falta de matéria prima, ou resolução de problemas na aderência dos cilindros, isto citando as mais comuns. As tarefas de arranque ocorrem no início de cada turno, onde o chefe de equipa transmite toda a informação necessária aos restantes colaboradores, dirigindo-se estes de seguida para o equipamento no qual se encontram alocados. Como tal, foi quantificado, em termos percentuais, o peso de cada uma das categorias definidas no tempo não produtivo obtido, em pontos percentuais, na tabela 1. Esse valor é demonstrado na tabela 2.

Tabela 2 – Causas dos tempos não produtivos, em pontos percentuais

Mês	Avarias (%)	Setup's (%)	Limpeza (%)	Arranque (%)	Outras (%)
Agosto (desde dia 17)	41,64	10,74	11,01	5,23	9,02
Setembro	31,30	27,47	2,92	5,35	7,49
Outubro	26,48	27,47	3,63	5,32	11,79
Novembro	18,31	28,83	7,16	5,80	8,36
Dezembro (até dia 15)	23,86	22,44	4,55	6,16	9,66

O tempo gasto em refeições, apesar de relevante, não está presente na tabela acima, visto que se trata de um tempo fixo, não passível de melhoria. Esse dado não apresenta exatamente o mesmo valor nos diferentes meses, visto que para o estudo em questão, caso um determinado equipamento estivesse, por exemplo, avariado, ou a ser alvo de reparação durante a pausa dos colaboradores para refeição, a causa da paragem foi classificada como pertencente às avarias.

O tempo não produtivo das classes limpeza e arranque também deveria ser constante, de sensivelmente 10 minutos, no entanto verificou-se que por vezes foi necessário um maior dispêndio de tempo para essas tarefas, ou em outras ocasiões essas mesmas atividades foram negligenciadas em detrimento da atividade produtiva.

No mês de agosto, o tempo gasto em *setup* foi extremamente reduzido em comparação com os restantes, visto que essencialmente se verificou o fabrico de *pigs*, algo que não necessita de mudanças de ferramenta. A elevada percentagem de tarefas relacionadas com limpeza é explicada pelo facto de um dos turnos, no primeiro dia de laboração, ter dedicado a totalidade do tempo disponível a essa mesma atividade. Foi um mês bastante complicado no que diz respeito às avarias, responsáveis por 41,64% de tempo inativo.

Em outubro, a percentagem de tempo não produtivo referente a outras atividades atingiu o seu ponto mais alto, visto que foram introduzidas novas referências produtivas na linha

CR1, cuja massa final apresentava problemas de aderência nos misturadores abertos, pelo que foram inúmeras as vezes que o colaborador a operar na MAB 01 necessitou de colocar leite em pó dissolvido em água em certos pontos de contacto do misturador aberto. Foi também um mês onde se verificaram intervenções de melhoria por parte de empresas externas em vários equipamentos da linha produtiva.

Após observação cuidada dos resultados obtidos, podemos concluir que as paragens devido a avarias, bem como os tempos perdidos em *setup*, são aqueles que mais representam perdas para a empresa, e consequentemente os mais passíveis de melhoria.

Como tal, foi então efetuada uma análise, presente na tabela 3, tendo em conta apenas a classe avarias, com o intuito de perceber quais os elementos críticos da linha CR1, ou por outras palavras, os elementos responsáveis pelo maior tempo de não produtividade, devido a problemas nos mesmos.

Tabela 3 – Tempo de paragem de cada equipamento devido a avarias

Equipamento	Mês (Tempo paragem (min) e %)				
	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Prensa Moldar	655 (18,45)	2050 (43,99)	1240 (29,90)	930 (39,74)	595 (49,80)
Banbury	1585 (44,65)	220 (4,72)	950 (22,14)	170 (7,42)	70 (5,86)
Prensa Corte	90 (2,54)	-	530 (12,35)	345 (15,06)	10 (0,83)
Empilhamento	110 (3,10)	320 (6,87)	410 (9,56)	40 (1,75)	55 (4,60)
MAB's	860 (24,22)	205 (4,40)	145 (3,38)	255 (11,14)	105 (8,79)
Silos	-	355 (7,62)	240 (5,59)	170 (7,42)	30 (2,51)
Mesa Elevatória 1	-	-	75 (1,75)	-	10 (0,83)
Mesa Elevatória 2	-	390 (8,37)	-	-	15 (1,26)
Mesa Elevatória 3	145 (4,08)	375 (8,05)	140 (3,26)	-	45 (3,77)
Transbordador	90 (2,54)	715 (15,34)	135 (3,15)	170 (7,42)	25 (2,09)
Linha (avaría elétrica)	-	-	220 (5,13)	85 (3,71)	-
Tapete Transportador	-	-	-	-	190 (15,90)
Cacifos	-	20 (0,43)	-	75 (3,28)	-
Reservatório	-	-	-	50 (2,18)	-
Ventilador	-	-	-	-	45 (7,42)
Balança	15 (0,42)	-	145 (3,38)	-	-
Carro	-	60 (1,29)	-	-	-
Filtro	-	-	55 (1,28)	-	-

Como pode ser constatado através da tabela 3, a prensa de moldar é um equipamento crítico na linha em estudo. Nos meses de setembro e dezembro, esse valor representa quase metade do tempo total inativo, isto tendo apenas em conta as avarias.

Os misturadores abertos (MAB's), tirando o mês inicial onde ocorreu um grande problema, e apesar de nos últimos dois meses analisados ser um dos três equipamentos que maior tempo de paragem, não vai ser considerado como um elemento crítico, visto que dada a

sua robustez e função, é possível com um plano de manutenção autónoma ajustado, resolver uma grande parte dos problemas. O transbordador teve uma grande avaria no mês de setembro, mas tal pode ser considerado como um caso isolado, dada a inexistência de problemas dignos de registo no restante espaço temporal.

Por outro lado, a prensa de corte e o banbury também denotam grandes problemas, pelo que dado o seu “peso” no bom funcionamento produtivo, além dos planos de manutenção de 1º nível, irão também ser alvo de manutenção de 2º nível, ou seja, preventiva.

Os tapetes transportadores, bem como o empilhamento, pontos onde se verificou a existência de certas paragens indesejadas, vão ser alvo de realização de manutenção por parte dos operadores, procurando evitar micro paragens e perdas de velocidade.

Tendo em conta as devidas explicações efetuadas anteriormente, a tabela seguinte demonstra o tempo total de paragem neste espaço temporal de 4 meses, dos elementos selecionados como críticos.

Tabela 4 – Equipamentos críticos e tempo total de paragem

Equipamento	Tempo Total Paragem (min)
Prensa Moldar	5470
Banbury	2995
Prensa Corte	975

Como tal, foi definida a seguinte estratégia de manutenção:

- Manutenção Autónoma nos tapetes transportadores e no banbury, bem como em todos os equipamentos situados no piso 0;
- Manutenção Preventiva na prensa de moldar, prensa de corte e banbury, elementos fulcrais. Nas balanças, nos ciclones, filtro e mini silos, que dada a sua estrutura, não se justificam tarefas de manutenção autónoma, mas sim inspeções periódicas aos equipamentos.

4.2 Codificação dos Equipamentos

O levantamento dos equipamentos e seus componentes (Anexo D), conduziu ao aparecimento de um outro problema, a inexistência de codificação dos mesmos. A sua não identificação poderia suscitar uma série de questões, como o não reconhecimento imediato de qual equipamento a intervir por parte de um técnico de manutenção, e por outro lado torna a tentativa de estabelecer um histórico das intervenções efetuadas também extremamente difícil. A futura realização dos planos de manutenção autónoma e preventiva estaria assim sempre incompleta.

Posto isto, foi efetuada a codificação da maquinaria da linha produtiva em questão. Aos equipamentos novos, que apenas se encontram no departamento de aglomerados de cortiça com borracha da ACC, foram atribuídos novos códigos, enquanto que aos restantes, existentes noutros centros de custo, foi introduzida a sequência numérica correspondente. Em

colaboração com o departamento de controlo de gestão da empresa foi recolhida informação, caso possível, acerca do fornecedor do equipamento, se este era novo ou usado, bem como do ano de fabrico, número de série, código e modelo, algo que é exemplificado para o caso dos ventiladores, na tabela 5.

Tabela 5 – Informação necessária para codificação dos ventiladores

Equipamento	Cód. Etiqueta	Centro Custo	Linha	Modelo	Nº Série	Ano	N/U
Ventilador	VEN 300	L323A	Aglomeração CR1	VAPE 900/NT	ND	2014	N
Ventilador	VEN 301	L323A	Aglomeração CR1	AP1.U.54/R1	8948556	ND	U
Ventilador	VEN 302	L323A	Aglomeração CR1	GR 1000/T	NO117092	ND	U

Após recolha de toda a informação necessária, o departamento de controlo de gestão procedeu à impressão de etiquetas, mais tarde colocadas no respetivo equipamento. A figura 32 ilustra um desses exemplares.



Fig. 32 – Etiqueta utilizada para codificação de balanças

A codificação “BAL150” indica que se trata de uma balança, à qual foi atribuída a numeração 150, tendo em conta os equipamentos similares dispostos noutras áreas da empresa. O centro de custo onde o equipamento se encontra é também indicado. Na ilustração presente acima, o centro de custo “L323” é a codificação selecionada para fazer referência à aglomeração CR1.








4.3 Manutenção Autónoma

Existia já uma tentativa de implementação desta ferramenta na linha CR1, no entanto com normalização de procedimentos apenas para três tipologias de equipamentos, mais concretamente o banbury, misturadores abertos e prensa de moldar. Porém, numa linha produtiva que labora sem interrupções, a manutenção de 1º nível é um processo que tende a ser negligenciado, em detrimento da atividade produtiva, como o verificado no presente projeto. A inexistência de um elemento responsável pela verificação do cumprimento desta mesma tarefa nas condições adequadas revela-se também um entrave à correta execução da mesma.

Como tal, foram alteradas as *check lists* existentes, bem como se procedeu à elaboração de novas normalizações de processos, tendo em vista a diminuição de micro paragens em determinados pontos críticos, bem como prevenção de avarias.

A linha é composta por 7 colaboradores, distribuídos como exemplificado na tabela 6.

Tabela 6 – Distribuição dos colaboradores por equipamento

Equipamento	Nº de Colaboradores
Banbury	 
MAB 01	
MAB 02	
Empilhamento + Prensa Corte	
Prensa Moldar	
Chefe de Turno	

O chefe de turno é, como o nome indica, o responsável pela organização do trabalho dos seus colaboradores, nas horas de laboração. Para além disso é o elemento que efetua a gestão dos tempos nas linhas das estufas e de refrigeração, e auxilia os colegas em qualquer outra tarefa, no seu tempo “livre”. Como tal, e visto que é o colaborador da linha que reporta diretamente às chefias, será ele o responsável pela verificação da realização correta da Manutenção Autónoma.





Para a realização das *check lists*, e além das atividades que deverão ser realizadas durante o ciclo produtivo, serão dispensados entre 10 e 15 minutos, no final de cada turno. O elemento que opera num determinado equipamento será o responsável pela realização da Manutenção Autónoma no mesmo. A produção é interrompida, restabelecendo as condições de limpeza em cada equipamento, e efetuando as atividades enunciadas em cada *check list*. Respeitando este mesmo procedimento, o próximo turno retomará a produção interrompida previamente, porém com um restabelecimento de certas condições básicas iniciais.

Visto que se trata de uma linha produtiva cuja matéria prima promove uma grande sujidade, o que pode implicar perigos de contaminação de misturas finais, bem como avarias em autómatos, entre outros aspetos, deverá ser implementada uma limpeza específica semanal, a ocorrer aos sábados. Para tal, e num total de 21 colaboradores, serão selecionados, de forma rotativa, 5 elementos que irão efetuar, ao sábado, uma limpeza bastante mais aprofundada do que aquela que é realizada no final de cada turno. Tal permitirá que os colaboradores optem pelo sábado que melhor lhes convém, o que se traduzirá em cerca de 2/3 horas de 4 em 4 semanas. Desta forma, consegue-se que a linha opere nos cinco dias úteis com os equipamentos praticamente sempre nas suas condições iniciais, bem como evitar paragens extremamente longas como a verificada na paragem natalícia (em que foram necessárias 24 horas só para limpeza do banbury). Por outro lado, e sendo frequentes as visitas de empresas externas e/ou potenciais clientes à linha CR1, uma imagem de

preocupação ao nível do asseio e da higiene dos equipamentos, será sempre um ponto de vantagem competitiva.

Na documentação das tarefas de manutenção autónoma a simbologia utilizada para representação dos procedimentos a seguir engloba quatro símbolos, exemplificados na tabela 7.









Tabela 7 – Simbologia utilizada nas *check lists* de Manutenção Autónoma



Simbologia	Tarefas
	Inspeção visual
	Reparação e manutenção básicas
	Limpeza
	Lubrificação

Para elaboração das *check lists* foram tidos em conta os constituintes de cada equipamento (Anexo C). Análise de ruídos em motores, verificação de níveis e atesto de óleo e massa, observação da temperatura de mancais e sistemas de refrigeração, são exemplos de tarefas comuns que foram aplicadas consoante o equipamento em questão e seus constituintes, tendo em conta a sabedoria adquirida devida à presença na linha produtiva, bem como da opinião de colaboradores e departamento de manutenção, dada a sua experiência.

A tabela 8 é demonstrativa de uma das *check lists* elaborada para os equipamentos seleccionados, neste caso, referente à prensa de moldar.

Tabela 8 – *Check List* de Manutenção Autónoma da prensa de moldar

Frequência	Execução	Item	Ação	Órgão	Descrição	Ferramenta	Material
Diário	Todos os turnos	1		Moldadores	Verificar estado das unhas sempre que saem de produção		
		2		Guias moldes	Os parafusos têm de ser sempre apontados à mão antes da máquina de aperto		
		3		Guias moldador	Os parafusos têm de ser sempre apontados à mão antes da máquina de aperto		
		4		Braços moldes autom.	Verificar estado dos braços sempre que saem de produção		
		5		Mangueiras	Verificação de fugas nas mangueiras hidráulicas		
		6		Motores	Verificação de fugas e ruídos anormais		
Semanal	Turnos (rotativos)	7		Cilindros hidráulicos	Verificar aperto dos parafusos de fixação		
		8		Guias da prensa	Verificação de aperto de parafusos e correcção se necessário		

		9		Bomba de silicone	Verificar nível e atesto		Esquim E-11
Específica	1/2 op. (semanal)	10		Prensa	Limpeza geral do equipamento		

As restantes *check lists*, referentes aos outros equipamentos, encontram-se no Anexo E.

4.4 Manutenção Preventiva

Como verificado na tabela 4 do ponto 4.1, o equipamento que se revelou mais problemático na linha produtiva em causa, e no que diz respeito a avarias, foi a prensa de moldar. Os manipuladores de entrada e de saída dos moldes no processo eram repetidamente causas de micro paragens e/ou perdas de velocidade, bem como de problemas mais graves. Para sustentar este mesmo ponto, foi efetuada uma análise ABC dos motivos das avarias neste mesmo equipamento, apresentada na figura 33.

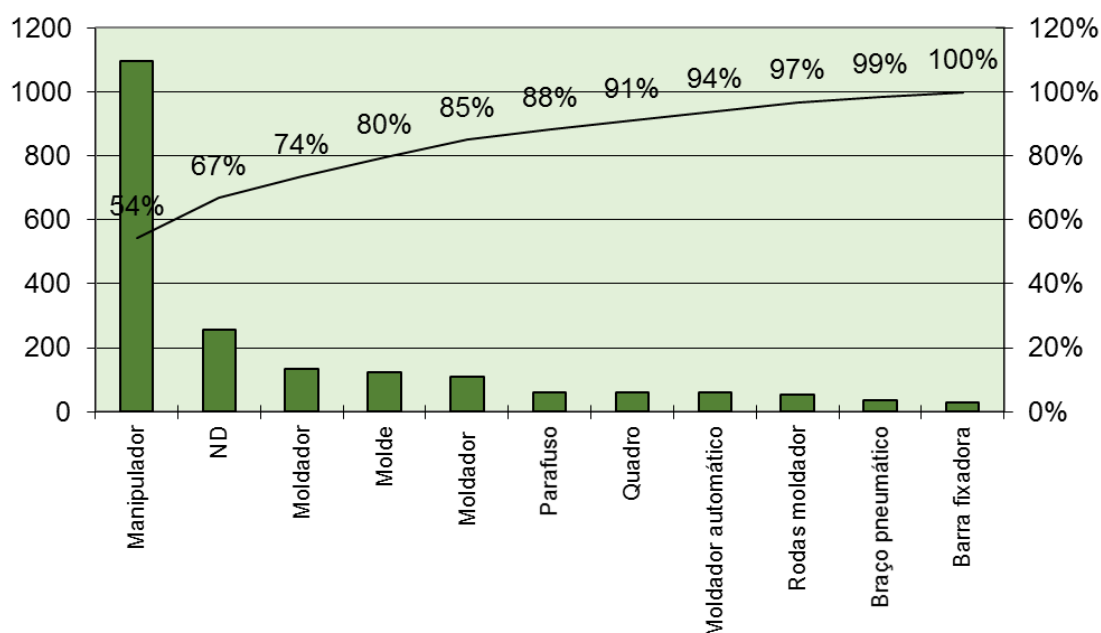


Fig. 33 – Análise ABC referente às causas das avarias na prensa de moldar

Posto isto, foi criado um plano de manutenção preventiva, demonstrado na tabela 9, para este mesmo equipamento. Com foco nos referidos autómatos, visto que os cinco primeiros itens a eles se especificam, a periodicidade das intervenções será mensal, com uma duração aproximada de 85 minutos.









Tabela 9 – *Check List* de Manutenção Preventiva da prensa de moldar

Item	Ação	Tarefa	Ferramenta	Material	Tempo
1		Verificação de ruídos e fugas em moto redutores/motores			5
2		Verificação de desgaste em rodas e cremalheiras de tração			5
3		Lubrificação de rodas e cremalheiras		Massa Ceran WR 2	10
4		Verificação de fugas de ar			5
5		Verificação e lubrificação de chumaceiras		Massa Ceran WR 2	10
6		Limpeza dos cilindros, válvulas e central hidráulica	Pistola lavagem		3
7		Verificação de fugas em cilindros e válvulas			10
8		Verificação de ruídos em motores			3
9		Verificação de guiamentos e casquilhos			5
10		Reposição do nível do óleo nos FRL		Hidroliv 15	5
11		Verificação dos sistemas de segurança			5
12		Verificação do estado dos parafusos de aperto			5
13		Verificar estado dos moldadores e dos moldes			15

Também os constituintes críticos do banbury foram analisados, chegando-se à conclusão que, acima de tudo, uma boa lubrificação é fulcral, mais do que em qualquer outro equipamento. O elevado tempo de paragem produtiva verificado no mês de agosto neste mesmo equipamento a isso se motivou, tendo provocado a avaria da caixa redutora, um dos seus constituintes.

O plano de manutenção preventiva, sugerido na tabela 10, deverá seguir uma periodicidade também ela mensal, com uma duração de 75 minutos.

Tabela 10 – *Check List* de Manutenção Preventiva do banbury

Item	Ação	Tarefa	Ferramenta	Material	Tempo
1		Lavagem e verificação de apertos e folgas dos anéis de vedação			20
2		Verificação dos apertos das porcas do cilindro da gaveta			5
3		Verificação de folgas nas portas de alimentação e de descarga			5
4		Verificação das partes de ligação entre o berço, câmara e outras partes do banbury			5
5		Limpeza dos filtros de escape do pilão			20
6		Verificação de todos os pontos de ligação dos tirantes das portas de carga e descarga			5
7		Verificação dos níveis de massa das bombas das chumaceiras		Ceran WR 2	5
8		Reposição de óleo nos grupos FRL		Hidroliv 15	10

A prensa de corte, apesar de apenas ter sido implementada na linha CR1 na plenitude das suas capacidades nos meses de outubro e novembro, foi analisada ao pormenor, dada a sua importância para, por exemplo, facilitar o processo de moldagem.

Foi criada uma *check list*, de periodicidade mensal, com cada intervenção a ter uma duração de aproximadamente 45 minutos.

Tabela 11 – *Check List* de Manutenção Preventiva da prensa de corte

Item	Ação	Tarefa	Ferramenta	Material	Tempo
1		Limpeza dos cilindros, válvulas e central hidráulica	Pistola lavagem		3
2		Verificação de fugas em cilindros e válvulas			10
3		Verificação de ruídos em motores			3
4		Verificação de guiamentos e casquilhos			5
5		Reposição do nível do óleo nos FRL		Hidroliv 15	5
6		Verificação dos sistemas de segurança			5
7		Verificação do estado dos parafusos de aperto			5
8		Verificar estado dos cortantes			10

As *check lists* de outros equipamentos encontram-se no Anexo F.

5 Mudanças de série e implementação da metodologia SMED nas prensas de corte e de moldar

Como já referido, na linha CR1 ocorre a produção de mais de 50 tipologias de mistura final diferentes, acrescentando-se ainda o facto de os blocos poderem apresentar dimensões variadas. As diferentes misturas finais produzidas levam a que ocorram processos de mudança de mistura com lugar no banbury, enquanto que as várias dimensões traduzem-se em processos de mudanças de ferramenta, nas prensas de moldar e de corte.

No banbury, a duração do processo de mudança de referência varia consoante o granulado e a cor da mistura final. Como é lógico, o planeamento da produção deve ser efetuado tendo em conta a dimensão do granulado (do mais pequeno para o maior), bem como a tonalidade da mistura final (da mais clara para a mais escura). Isto pode ser explicado pelo facto de nesse cenário ideal não ser necessário efetuar tarefas de limpeza, ou por outras palavras, não ser necessário o processo de mudança de série. Por outro lado, caso uma das situações referidas não se verifique, torna-se necessária a colocação de uma ou duas misturas de limpeza de massa mãe, de uma referência específica (Anexo B), mistura preferencialmente utilizada para este tipo de operação. Caso a mudança de série envolva apenas a granulometria ou apenas a cor, uma mistura de limpeza é suficiente. No entanto, se estiverem envolvidas ambas as características, serão necessárias duas operações. Esta mesma massa de limpeza não é desperdiçada, os *pigs* fabricados neste procedimento, são futuramente utilizados, no fabrico da mistura final desta mesma referência. O processamento no banbury é bastante rápido, tendo uma duração máxima de 2 minutos. Referência ao facto deste procedimento apenas permitir a limpeza do banbury.

Na prensa de moldar, o processo no qual se vai aplicar a metodologia SMED reside na troca de moldador, exemplificado na figura 33, tendo em conta as variações de dimensão existentes, bem como o modo de operações dos mesmos, que pode ser manual ou automático.



Fig. 34 – Exemplo de moldador

As dimensões e tipologias dos moldadores existentes encontram-se listadas na tabela 12.

Tabela 12 – Dimensões e tipos de moldador

Dimensão do Moldador	Observações (Tipo de Moldador)
1270*660	Apenas existe manual
1270*760	Manual e automático
915*915	Manual (4 e 5 cavilhas) e automático
1000*1000	Manual e automático
1270*1040	Apenas existe automático

Note-se que o moldador automático que executa as dimensões 915*915, 1000*1000 e 1270*1040 é o mesmo.

Já na prensa de corte, o processo alvo da aplicação da metodologia SMED é a troca do cortante, também ele existente nas dimensões referidas anteriormente, porém, neste caso já não se verifica distinção entre processos manuais ou automáticos.

Posto isto, várias situações podem ocorrer. Desde apenas mudança de série, a apenas troca do cortante ou do moldador, a ambas as trocas de ferramentas, ou inclusivamente a mudança de série e de ferramentas em simultâneo. Tendo em conta todos estes fatores, e tal como visto no ponto 4.1, revela-se fulcral uma normalização de processos, tendo em vista uma redução do tempo de paragem, devido a *setup*'s, para tempos mínimos.

Procedeu-se então ao desenvolvimento da normalização de procedimentos dos modos operativos para mudança de ferramenta, recorrendo à metodologia SMED. Após listagem de todas as tarefas envolvidas no processo, efetuou-se uma divisão das mesmas em internas e externas, como pode ser visível através do exemplo mais simples referente à troca de moldador demonstrado nas tabelas 13 e 14, procurando ao máximo transformar atividades designadas inicialmente como internas em externas, tendo em vista um ganho temporal. Os restantes modos operativos definidos encontram-se no anexo G.

Tabela 13 – Tarefas internas para troca de moldador

Ordem	Tarefa	Nº Operadores	Ferramentas	Tempo Normalizado
1	Ordem para movimentar molde até tapete rolante	1	-	00:00:20
2	Colocar novo moldador por cima do molde	1	Empilhador	00:00:20
3	Ordem para movimentar molde novo + moldador (para a frente)	1	-	00:00:15
4	Ordem para baixar prensa	1	-	00:00:05
5	Retirar suportes moldador anterior	2	Roquete, chave de bocas e martelo	00:02:00
6	Ordem para subir prensa	1	-	00:00:05
7	Ordem para movimentar molde + 2 moldadores (para trás)	1	-	00:00:15

Ordem	Tarefa	Nº Operadores	Ferramentas	Tempo Normalizado
8	Retirar moldador anterior do sistema	1	Empilhador	00:00:20
9	Ordem para movimentar molde + moldador novo (para a frente)	1	-	00:00:15
10	Ordem para baixar prensa	1	-	00:00:05
11	Colocação suportes novo moldador	2	Roquete, chave de bocas e martelo	00:02:00
		Tempo total de tarefas internas		00:06:00

Tabela 14 – Tarefas externas para troca de moldador

Ordem	Tarefa	Nº Operadores	Ferramentas	Tempo Normalizado
1	Preparar ferramentas para retirar moldador	1	-	00:00:20
2	Preparar novo moldador	1	Empilhador	00:00:40
3	Guardar ferramentas	1	-	00:00:20
4	Guardar moldador antigo	1	Empilhador	00:00:40
		Tempo total de tarefas externas		00:02:00

Foi também efetuada uma gestão dos colaboradores a operar na linha num sistema de mudança simultânea de série e de ferramenta, pois um dos motivos para uma perda de tempo maior do que a esperada em operações de *setup*, devia-se à falta de organização dos mesmos, a função a desempenhar por cada um não se encontrava bem definida. Como tal, isso é explicado em detalhe de seguida.

Os 7 colaboradores presentes em cada turno são divididos em dois grupos, um de 4 e outro de 3 elementos.

- O grupo de 4 elementos fica responsável pela mudança de série, a ocorrer no piso 1, no banbury.

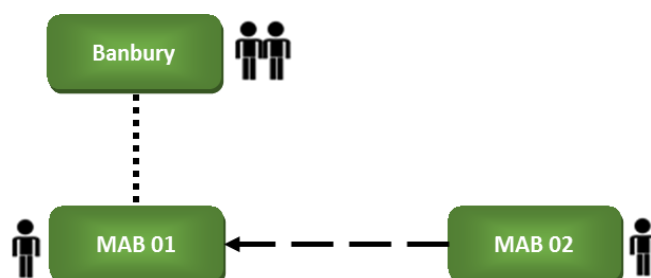


Fig. 35 – Disposição dos colaboradores numa mudança de série

Os dois operários em laboração no banbury são os responsáveis pela preparação da(s) mistura(s) de limpeza, que rapidamente são processadas no interior do equipamento, com uma duração que não deverá exceder os 2 minutos. Enquanto executam essa mesma tarefa, o

elemento presente na MAB 01 retira o excesso de massa proveniente da mistura final anterior, bem como o leite previamente colocado no cilindro, de forma a impedir que a mistura mãe que entretanto irá cair fique colada ao cilindro. Desta forma prepara o equipamento para o fabrico dos *pigs* de limpeza.

O colaborador alocado à MAB 02 retira também ele o excesso de massa que se encontra nos cilindros numa fase inicial, tendo depois uma função de suporte ao colega do primeiro misturador aberto, auxiliando-o na produção dos já referidos *pigs*, que promovem a limpeza do banbury. Este pormenor permitirá reduzir esta atividade de mudança de série para um espaço temporal a rondar, no máximo, os 15 minutos.

- O grupo de 3 elementos fica responsável pela execução das mudanças de ferramentas

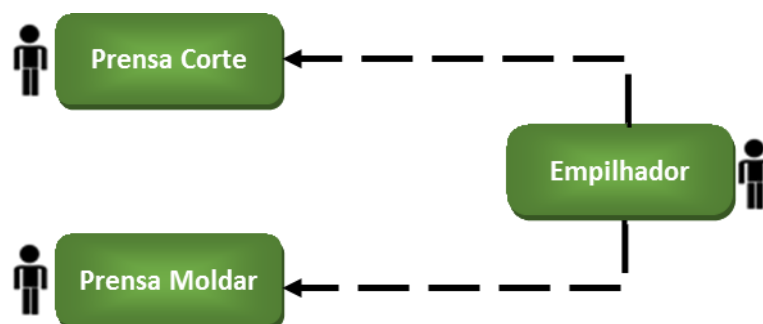


Fig. 36 – Disposição dos colaboradores numa mudança de ferramentas simultânea

Os elementos responsáveis pelo processo de laboração nas prensas de corte e de moldar são, com toda a lógica, dado o seu conhecimento e experiência no manuseamento dos respetivos equipamentos, alocados às tarefas de mudanças de ferramenta nos mesmos. Em seu auxílio estará o chefe de equipa, elemento “livre”, mas crucial neste processo. O referido elemento deverá ter em atenção a altura exata na qual se irá efetuar o *setup*, preparando previamente as ferramentas, moldador e cortante necessários para a execução do mesmo. Durante o processo de mudança de ferramenta será o responsável pela condução do empilhador nas tarefas em que este é essencial, bem como cooperará nas atividades em que dois operadores são requeridos. As normalizações dos procedimentos destes processos, tendo em conta as suas variantes, encontram-se no anexo F.

Tal como a mudança de série, a duração da mudança de ferramenta também se prevê que não se prolongue por mais de 15 minutos. Esta sincronia de tempo é extremamente importante, visto que estamos perante um *setup* global da linha inteira, que pode perfeitamente funcionar de forma independente.

6 Conclusões e Projetos Futuros

Este capítulo final reúne as conclusões do trabalho desenvolvidas, bem como as perspectivas de projetos futuros.

O levantamento de todos os equipamentos dispostos na linha CR1 e seus componentes, bem como a sua codificação, revelou-se essencial para adquirir o conhecimento exigido para elaboração de listas de tarefas, consoante a política de manutenção pretendida.

A criação de *check lists* de Manutenção Autónoma para o banbury, bem como para todos os equipamentos situados no piso 0, permite reduzir as perdas de velocidade e evitar micro paragens indesejadas, tendo em vista prosseguir a trajetória descendente observada no tempo não produtivo.

A implementação de tarefas de Manutenção Preventiva ajustadas aqueles definidos como os elementos críticos da linha produtiva, reduz os tempos de paragem dos mesmos, diminuindo o peso da categoria definida como avarias, na totalidade do tempo não produtivo.

A metodologia SMED, associada à alocação definida como a ideal dos colaboradores nas mudanças de mistura e de ferramentas, permite maior rapidez ao nível do *setup*. No entanto, quando um projeto deste tipo é enraizado numa organização, entra num ciclo de melhoria contínua constante, pelo que nunca pode ser considerado como acabado.

Após análise dos dados registados pelos colaboradores, foi clara a definição de que a prioridade seria o aumento da disponibilidade dos equipamentos. Como tal, estes três últimos pontos, contabilizados em conjunto, permite no imediato uma redução do tempo não produtivo para valores próximos dos 20%, o que se traduzirá num tempo de laboração útil, de sensivelmente 380 minutos, por turno.

A implementação de MPT no seio de uma organização requer um grande período de tempo, tendo-se verificado um pequeno entrave no desenvolvimento do projeto. A instalação de uma linha de produção de cilindros, também de aglomerados compósitos com borracha, adjacente aquela onde se desenvolveu o projeto, impediu um teste mais efetivo do trabalho realizado, visto que requereu uma grande disponibilidade por parte dos elementos do departamento de manutenção.

A existência de uma maior cooperação entre os departamentos de manutenção e produção é fulcral. O desenvolvimento de um planeamento produtivo mais adequado, tendo em vista o tipo de referência utilizado, irá certamente aumentar o grau de satisfação dos trabalhadores. Os blocos aglomerados apresentam diferentes tempos de produção, pelo que estabelecer metas consoante as referências em causa, não se limitando o objetivo a uma média de 55 blocos por turno, tendo ainda em conta tempos destinados a arranque, mudanças de série e tarefas de manutenção autónoma, é algo que deverá ser executado.

A implementação de uma política de manutenção melhorativa, realizando estudos e projetos, tendo em vista a eliminação de determinadas tarefas de manutenção, é algo a ser

posto em prática, após terem sido efetuados todos os testes acerca das medidas referidas anteriormente.

Referências

- Relatório e Contas '14. Corticeira Amorim, S.G.P.S., S.A.
- Liker, Jeffrey K. 2004. The Toyota Way. McGraw-Hill
- Pinto, Carlos Varela. 2002. Organização e Gestão da Manutenção. Monitor
- Shingo, Shigeo. 1985. A Revolution in Manufacturing – The SMED System. Productivity Press
- Dhillon, B.S. 2002. Engineering Maintenance – A Modern Approach. CRC Press
- Takahashi, Y. e Osada, T. 1990. TPM – Total Productive Maintenance

ANEXO A: Tempo de produção/bloco na linha CR1

Referência	Tempo Médio Produção (mês)				
	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
A	9,83	10,83	-	-	9,55
B	-	-	12,92	7,88	-
C	21,37	9,93	13,35	12,32	7,30
D	-	7,87	11,63	9,33	-
E	7,00	9,39	8,16	10,17	-
F	8,57	7,25	8,40	7,49	6,83
G	-	8,14	6,01	12,14	5,75
H	6,83	-	11,54	-	-
I	8,54	8,68	-	9,00	6,50
J	10,65	7,40	7,58	8,39	7,24
K	9,29	6,96	8,35	6,50	-
L	-	-	21,25	-	-
M	-	12,83	-	-	-
N	11,29	7,36	9,23	7,15	6,90
O	-	-	-	27,50	-
P	-	-	-	16,88	-
Q	-	21,14	-	16,53	15,37
R	-	-	-	7,25	-
S	-	10,33	-	14,09	-
T	-	9,50	-	11,25	9,18
U	-	7,86	-	-	-
V	-	-	-	-	3,96
W	-	-	10,71	-	-
X	15,67	9,50	13,02	-	-
Y	-	7,00	8,53	-	9,00
Z	-	6,58	-	-	-
AA	-	8,30	8,99	-	-
AB	-	-	-	10,04	-
AC	-	9,22	12,29	-	8,24
AD	-	12,22	12,51	11,83	-
AE	-	10,38	9,64	10,50	-
AF	-	-	13,47	-	11,02

AG	-	-	8,00	-	-
AH	-	-	11,74	-	-
AI	-	9,81	-	-	-
AJ	-	18,50	14,38	19,17	-
AK	9,26	8,50	9,58	7,45	-
AL	-	15,00	15,87	12,95	11,52
AM	-	7,37	11,11	6,28	-
AN	10,34	-	-	-	-
AO	12,95	13,81	-	-	-
AP	-	-	-	3,87	3,03
AQ	-	27,79	-	-	-
AR	-	12,42	11,11	11,89	10,91
AS	-	-	-	8,79	7,18
AT	-	-	6,67	-	-
AU	-	6,67	-	-	7,00
AV	7,60	7,25	12,81	7,75	-
AW	-	-	-	-	5,66
AX	-	-	28,33	-	-
AY	22,31	14,00	26,30	16,82	11,55

ANEXO B: A arte da cortiça

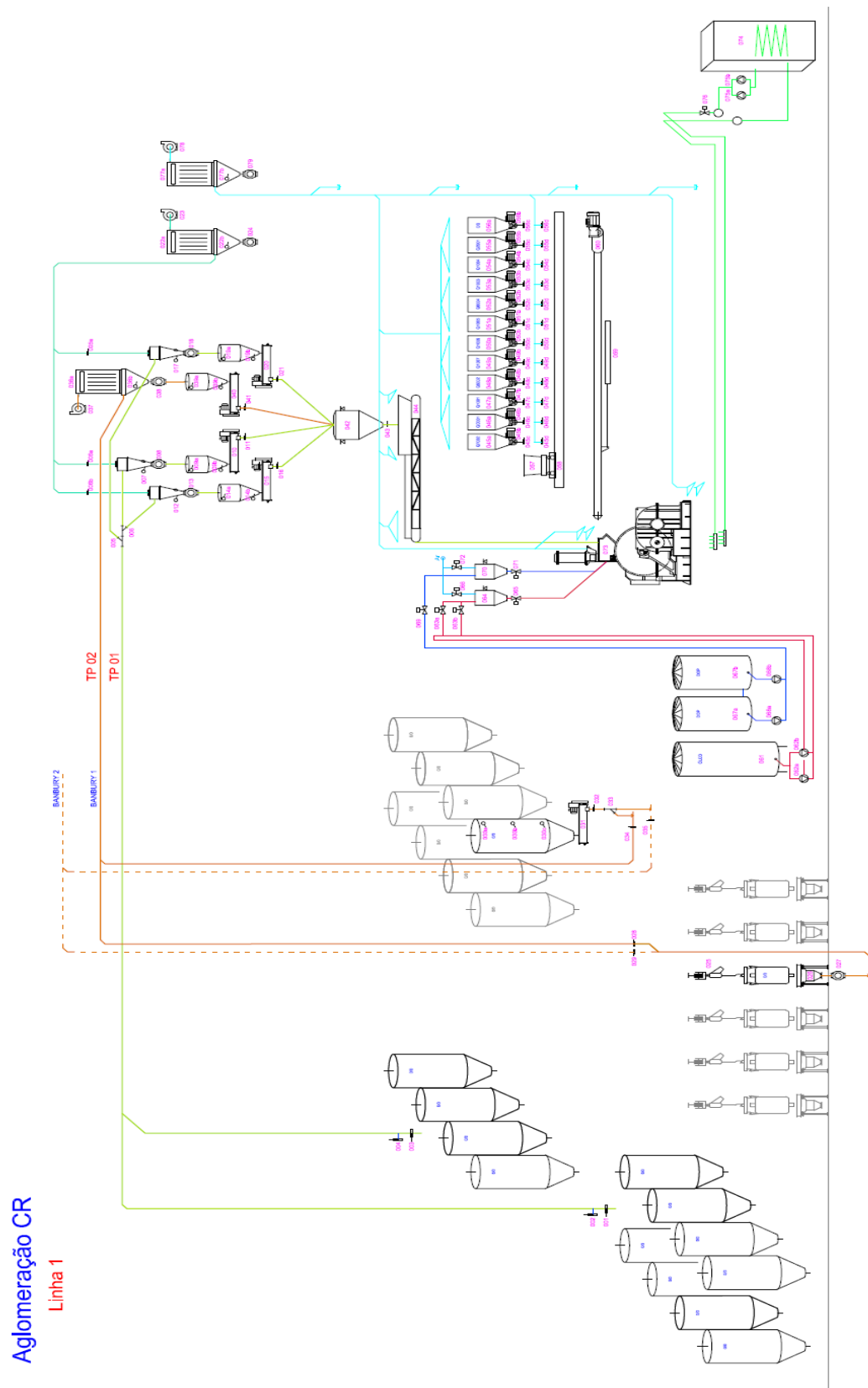
Uma arte bastante antiga, originária, segundo se pensa, sensivelmente no século XIII a.C. Utilizada por egípcios, gregos, romanos, entre outros, ao longo dos séculos, foi denotando um grande aperfeiçoamento, permitindo a obtenção de diferentes tipos de objetos adequados às necessidades das épocas.

Com uma localização geográfica do montado do sobreiro localizada na bacia do Mediterrâneo, o setor corticeiro vive atualmente momentos de oportunidade, dadas as propriedades únicas e aplicabilidades da matéria prima em causa. Portugal é o maior produtor mundial de cortiça, sensivelmente 49,6%, sendo a restante distribuída por Espanha (a maior parte, 30.5%), França, Tunísia, Marrocos, Itália e Argélia.

A primeira extração, onde a cortiça apresenta baixa qualidade, apenas é possível após 25 anos de gestação. A segunda extração, nove anos depois, providencia uma cortiça com uma estrutura mais regular e de menor dureza, que poderá já ser utilizada em aglomerados compósitos, entre outros. A terceira extração, efetuada após o mesmo intervalo de tempo referido anteriormente, apresenta já as propriedades ideais para a produção de rolhas de qualidade. Um sobreiro pode ser alvo de aproximadamente 15 a 18 extrações na sua vida útil, sempre em intervalos temporais de nove anos, entre os meses de Maio e Agosto.

O montado do sobreiro é fulcral para a sustentabilidade da região situada na bacia do Mediterrâneo. Denota qualidades únicas, entre as quais a prevenção da degradação dos solos, tornando-os mais produtivos. É extremamente importante no combate à desertificação, pois apresenta funções de regulação no ciclo da água, promove a biodiversidade, além de ter um papel fulcral na retenção do carbono existente na atmosfera.

ANEXO C: Fluxograma linha CR1



ANEXO D: Equipamentos e seus constituintes na linha CR1

BALANÇA	Balança	1
BALANÇA	Células de carga	-
BALANÇA	Cilindro pneumático	-
CACIFOS	Transportador Senfim	12
CACIFOS	Balança	1
CACIFOS	Moto Redutor	1
CACIFOS	Válvula de guilhotina	12
CACIFOS	Válvula de borboleta	12
CACIFOS	Moto Redutor	12
CACIFOS	Chumaceiras	-
CACIFOS	Sensor	12
CICLO FILTRO	Controlador de batimentos	-
CICLO FILTRO	Válvula de encaminhamento	-
CICLO FILTRO	Cilindro pneumático	-
CICLO FILTRO	Sensor de detecção de sentido	-
CICLONES	Eclusa	3
CICLONES	Reservatório	3
CICLONES	Válvula de regulação	3
CICLONES	Moto Redutor	3
CICLONES	Sistema de transmissão	3
CICLONES	Detetor de nível	3
MINI SILOS	Agitador	4
MINI SILOS	Arrasto	4
MINI SILOS	Transportador Senfim	4
MINI SILOS	Moto Redutor	4
MINI SILOS	Detetor de nível	4
MINI SILOS	Válvula de borboleta	4
MINI SILOS	Cilindro pneumático	4
MINI SILOS	Grupo FRL	-
RESERVATÓRIOS	Balança	2
RESERVATÓRIOS	Células de carga	-

RESERVATÓRIOS	Válvula de enchimento	-
RESERVATÓRIOS	Válvula de descarga	-
RESERVATÓRIOS	Sensor de deteção	2
TAPETE 01	Moto Redutor	1
TAPETE 01	Chumaceiras	-
TAPETE 02	Moto Redutor	1
TAPETE 02	Cilindro pneumático	-
BANBURY	Banbury	1
BANBURY	Bomba de massa	1
BANBURY	Bomba do óleo	1
BANBURY	Caleiras do óleo	2
BANBURY	Baldes do óleo	2
BANBURY	Óleo lubrificante (grupo FRL)	-
BANBURY	Motor	1
BANBURY	Mancais	-
BANBURY	Anéis de vedação	-
BANBURY	Sistema de refrigeração	-
BANBURY	Pilão	1
BANBURY	Reservatórios óleo aromático e DOP	2
BANBURY	Sonda de temperatura	1
BANBURY	Rotores	-
BANBURY	Caixa redutora	1
BANBURY	Veios de suporte	-
BANBURY	Câmara de mistura	1
BANBURY	Tremonha de carga	-
BANBURY	Sistema de exaustão	-
BANBURY	Sistema de vedantes	-
BANBURY	Porta de carga	-
BANBURY	Porta de descarga	-
BANBURY	Porta de alimentação	-
BANBURY	Bomba	1
BANBURY	Válvulas lubrificantes	-
BANBURY	Ventilador	1
BANBURY	Porta de alimentação	-

MAB 01	Bomba de massa	1
MAB 01	Bomba do óleo	1
MAB 01	Mancais	-
MAB 01	Sistema de refrigeração	-
MAB 01	Motor	1
MAB 01	Caixa redutora	1
MAB 02	Bomba de massa	1
MAB 02	Bomba do óleo	1
MAB 02	Mancais	-
MAB 02	Sistema de refrigeração	-
MAB 02	Motor	1
MAB 02	Caixa redutora	1
TAPETE 03	Moto redutor	1
TAPETE 03	Cilindro pneumático	-
Empilhamento	Sensor	1
Empilhamento	Pinça	1
Empilhamento	Cilindro pneumático	-
Empilhamento	Sensor de tensão	1
Empilhamento	Máquina CNC	1
Empilhamento	Moto redutor	1
Empilhamento	Guilhotina	1
Empilhamento	Lâmina de corte	1
Empilhamento	Cilindro hidráulico	-
Empilhamento	Chumaceiras	-
Mesa elevatória 1	Cilindro hidráulico	-
Mesa elevatória 1	Bomba	1
Mesa elevatória 1	Central	1
Mesa elevatória 1	Cilindros	-
Mesa elevatória 1	Motor	1
Mesa elevatória 1	Válvula de segurança	-
Mesa elevatória 2	Motor	1
Mesa elevatória 2	Redutor	1
Mesa elevatória 3	Cilindro hidráulico	-
Mesa elevatória 3	Bomba	1

Mesa elevatória 3	Central	1
Mesa elevatória 3	Cilindros	-
Mesa elevatória 3	Motor	1
Mesa elevatória 3	Válvula de segurança	-
Prensa de corte	Motor	1
Prensa de corte	Redutor	1
Prensa de corte	Cortante	1
Prensa de corte	Calcador	1
Prensa de corte	Central hidráulica	1
Prensa de corte	Distribuidor hidráulico	2
Prensa de corte	Válvula limitadora	1
Prensa de corte	Cilindro hidráulico	4
Prensa de corte	Guias	8
Prensa de corte	Mesa móvel	2
Prensa de corte	Válvula pneumática	2
Prensa de corte	Cilindro pneumático	3
Prensa de corte	Veio	2
Prensa de corte	Rodas	4
Prensa de corte	Cordão	1
Prensa de corte	Balança digital	1
Prensa de moldar	Guia principal	2
Prensa de moldar	Guia secundária	2
Prensa de moldar	Braços pneumáticos	-
Prensa de moldar	Mangueira hidráulica	-
Prensa de moldar	Motor	1
Prensa de moldar	Prensa	1
Prensa de moldar	Cilindro hidráulico	6
Prensa de moldar	Parafuso de aperto	-
Prensa de moldar	Moldador	1
Prensa de moldar	Cavilhas	-
Prensa de moldar	Pinça	1
Prensa de moldar	Manipulador de entrada	1
Prensa de moldar	Manipulador de saída	1
Prensa de moldar	Bomba	-





Prensa de moldar	Tanque	-
Prensa de moldar	Válvula accionamento	2
Prensa de moldar	Tubos	-
Prensa de moldar	Pressostato	-
Prensa de moldar	Veios	-
Prensa de moldar	Guias	-
Prensa de moldar	Cilindros hidráulicos	-
Transbordador	Central hidráulica	1
Transbordador	Sensores	-
Transbordador	Moto redutor	1
Transbordador	Rodas	4
Transbordador	Chumaceiras	8
Transbordador	Parafusos	-
Transbordador	Válvula hidráulica	-
Transbordador	Correntes	-
Transbordador	Quadro elétrico	-
Transbordador	Motor hidráulico	1
Transbordador	Cilindro hidráulico	-
Transbordador	Calços	-
Linhas	Calços	-
Estufa	Sensores de temperatura	-
Estufa	Chapas metálicas	-

ANEXO E: *Check Lists* de Manutenção Autónoma








Prensa de Corte

Frequência	Execução	Item	Ação	Órgão	Descrição	Ferramenta	Material
Diário	Todos os turnos	1		Central hidráulica	Verificação do nível e de fugas de óleo		Hidroliv 46
		2		Motor	Análise de ruídos de funcionamento		
		3		Sensores	Limpeza da área envolvente		
		4		Rodas e cordão	Limpeza da área envolvente		
		5		Guias chapas	Os parafusos têm de ser sempre apontados à mão antes da máquina de aperto		
		6		Cavilhas	Verificação do estado das cavilhas		
Semanal	Turnos (rotativos)	7		Cilindros hidráulicos	Verificação do aperto dos parafusos de fixação		
		8		Guias/Colunas da prensa	Verificação de aperto de parafusos e correção se necessário. Lubrificação das mesmas		
		9		Cilindros pneumáticos	Verificação de fugas de ar comprimido		
Específica	1/2 op. (semanal)	10		Prensa	Limpeza geral do equipamento		





Banbury

Frequência	Execução	Item	Acção	Órgão	Descrição	Ferramenta	Material
Diário	Todos os turnos	1		Bomba de massa	Verificação do nível e atesto		Massa Belona EP2
		2		Bomba do óleo	Verificação do nível e atesto		Óleo DOTP
		3		Banbury	Limpeza dos excessos de massas e óleos	Raspador	
		4		Caleiras óleo	Limpeza regular para evitar derrames	Raspador	
		5		Baldes óleo	Despejo regular para evitar derrames		
		6		Grupo FRL	Purga da água do copo e atesto do óleo de lubrificação		Hidroliv 15
		7		Motor	Análise de ruídos de funcionamento		
		8		Mancais	Observação da temperatura	Palpação com a mão	
		9		Refrigeração	Observação da temperatura	Palpação com a mão	
Específica	2/3 op. (semanal)	10		Banbury	Limpeza geral do equipamento		






Misturadores Abertos (MAB's)

Frequência	Execução	Item	Ação	Órgão	Descrição	Ferramenta	Material
Diário	Todos os turnos	1		Bomba de massa	Verificação do nível e atesto		Massa Belona EP2
		2		Mancais	Observação da temperatura	Palpação com a mão	
		3		Refrigeração	Observação da temperatura	Palpação com a mão	
		4		Misturador	Limpeza de toda a área envolvente		
		5		Grupo FRL	Purga da água do copo e atesto do óleo de lubrificação		Hidroliv 15
		6		Motor	Análise de ruídos de funcionamento		
Específica	1/2 op. (semanal)	7		Prensa	Limpeza geral do equipamento		









Tapete Transportador

Frequência	Execução	Item	Ação	Órgão	Descrição	Ferramenta	Material
Diário	Todos os turnos	1		Motor	Análise de ruídos de funcionamento		
		2		Tapete	Limpeza da área de trabalho		
Semanal	Turnos (rotativos)	3		Chumaceiras	Verificação do estado de lubrificação das chumaceiras		Massa Ceran WR2
Específica	1 op. (semanal)	4		Tapete	Limpeza geral do equipamento		

Mesas Elevatórias







Frequência	Execução	Item	Ação	Órgão	Descrição	Ferramenta	Material
Diário	Todos os turnos	1		Motor	Análise de ruídos de funcionamento		
		2		Bomba hidráulica (caso seja de accionamento hidráulico)	Verificação do nível e de fugas de óleo		
		3		Mesa elevatória	Limpeza da área de trabalho		
Semanal	Turnos (rotativos)	3		Sistema de transmissão	Verificação do estado de lubrificação do sistema de transmissão		Massa Ceran WR2
Específica	1/2op. (semanal)	4		Mesa elevatória	Limpeza geral do equipamento e da área envolvente		

Empilhamento (Guilhotina + Tapete)

Frequência	Execução	Item	Ação	Órgão	Descrição	Ferramenta	Material
Diário	Todos os turnos	1		Motor	Verificação de ruídos de funcionamento		
		2		Cilindros pneumáticos	Verificação de fugas de ar comprimido		
		3		Chumaceiras	Verificação do estado de lubrificação das chumaceiras		Massa Ceran WR2
		4		Cilindros hidráulicos	Verificação do nível e de fugas de óleo		Hidroliv 46
		5		Sensores	Limpeza da área envolvente		
		6		Lâmina de corte	Verificar e efetuar lubrificação da lâmina de corte		SPRAY??
Semanal	Turnos (rotativos)	6		Cilindros hidráulicos	Verificar aperto dos parafusos de fixação		
Específica	1 op. (semanal)	7		Guilhotina + Lâmina de corte + Tapete	Limpeza geral do equipamento		












ANEXO F: *Check Lists* de Manutenção Preventiva


Ciclones (essencialmente, há o cuidado de verificar a eclusa)

Item	Ação	Tarefa	Ferramenta	Material	Tempo
1		Lubrificação de chumaceiras e correntes de transmissão			5
2		Verificação de tensionamento de correntes de transmissão			2
3		Verificação estado de desgaste rodas e correntes			2
4		Verificação das proteções mecânicas da transmissão			2
5		Verificação de ruídos em motores/moto redutores			2
6		Verificação de fugas e nível de óleo nos moto redutores			2

- 3 ciclones (15min; 3x ano)



Filtro

Item	Ação	Tarefa	Ferramenta	Material	Tempo
1		Limpeza, verificação, reparação tampas superiores	Ar comprimido, espátula, etc.		30
2		Limpeza das chumaceiras do ventilador	Pistola lavagem		30
3		Lubrificação de chumaceiras e correntes de transmissão	Bomba massa		10
4		Verificação de tensionamento de correntes/correias de transmissão			5
5		Verificação estado desgaste carretos, correias e correntes			5
6		Verificação das proteções mecânicas das transmissões			5
7		Verificação de ruídos em motores/moto redutores			3
8		Verificação de fugas e nível de óleo nos moto redutores			2
9		Verificação de fugas de partículas pelo ventilador			2
10		Verificação de fugas de ar comprimido			10
11		Verificação e registo do sistema de controlo de batimento das mangas			3

12		Reposição do nível de óleo nos FRL			5
----	---	------------------------------------	--	--	---




- 1 filtro (110min; 3x ano)

Mini Silos

Item	Ação	Tarefa	Ferramenta	Material	Tempo
1		Verificação do estado de isolamento do tampo superior dos silos. Vedação com tela e/ou silicone.			20
2		Verificação do estado de isolamento das tampas superiores			10

- 4 mini silos (30min; 1x ano)

Balanças

Item	Ação	Tarefa	Ferramenta	Material	Tempo
1		Limpeza da balança	Ar comprimido		3
2		Reparação de fugas de ar comprimido			5
3		Reposição de óleo nos grupos FRL		Hidroliv 15	5
4		Verificação de ligações e cablagens			5
5		Verificação de fixação, alinhamentos e ligações mecânicas dos cilindros			5
6		Verificação de todos os pontos de ligação dos tirantes das portas de carga e descarga			5

ANEXO G: Modos Operativos

Setup B (Trocar moldador automático para manual, retirar braços pneumáticos e ajustar guias)

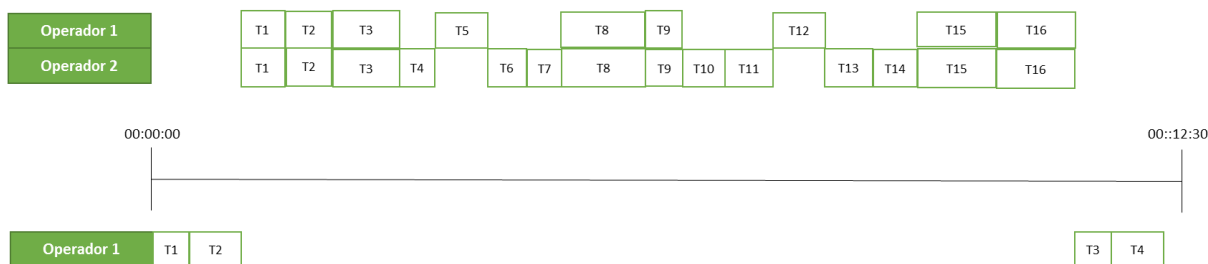
Tarefas internas

Ordem	Tarefa	Nº Operadores	Ferramentas	Tempo Normalizado
1	Retirar braços pneumáticos	2	-	00:00:30
2	Guardar braços pneumáticos	2	-	00:00:20
3	Ajustar guias principais	2	Pistola pneumática	00:01:30
4	Ordem para movimentar molde até tapete rolante	1	-	00:00:20
5	Colocar novo moldador por cima do molde	1	Empilhador	00:00:20
6	Ordem para movimentar molde novo + moldador (para a frente)	1	-	00:00:15
7	Ordem para baixar prensa	1	-	00:00:05
8	Retirar suportes moldador anterior	2	Roquete, chave de bocas e martelo	00:02:00
9	Retirar mangueiras ar comprimido do moldador antigo	2	-	00:00:10
10	Ordem para subir prensa	1	-	00:00:05
11	Ordem para movimentar molde + 2 moldadores (para trás)	1	-	00:00:15
12	Retirar moldador anterior do sistema	1	Empilhador	00:00:20
13	Ordem para movimentar molde + moldador novo (para a frente)	1	-	00:00:15
14	Ordem para baixar prensa	1	-	00:00:05
15	Colocação suportes novo moldador	2	Roquete, chave de bocas e martelo	00:02:00
16	Ajustar guias secundárias	2	Chave de bocas	00:02:00
		Tempo total de tarefas internas		00:10:30

Tarefas externas

Ordem	Tarefa	Nº Operadores	Ferramentas	Tempo Normalizado
1	Preparar ferramentas para ajustar guias e retirar moldador	1	Roquete, chave de bocas, pistola pneumática e martelo	00:00:20
2	Preparar novo moldador	1	Empilhador	00:00:40
3	Guardar moldador antigo	1	Empilhador	00:00:40
4	Guardar ferramentas	1	-	00:00:20
Tempo total de tarefas externas				00:02:00

Tarefas Internas



Tarefas Externas

Setup C (Trocar moldador de aut. para aut., trocar braços pneumáticos, ajustar guias)

Tarefas internas

Ordem	Tarefa	Nº Operadores	Ferramentas	Tempo Normalizado
1	Retirar braços pneumáticos	2	-	00:00:30
2	Guardar braços pneumáticos	2	-	00:00:20
3	Ajustar guias principais	2	Pistola pneumática	00:01:30
4	Ordem para movimentar molde até tapete rolante	1	-	00:00:20
5	Colocar novo moldador por cima do molde	1	Empilhador	00:00:20
6	Ordem para movimentar molde novo + moldador (para a frente)	1	-	00:00:15
7	Ordem para baixar prensa	1	-	00:00:05
8	Retirar suportes moldador anterior	2	Roquete, chave de bocas e martelo	00:02:00

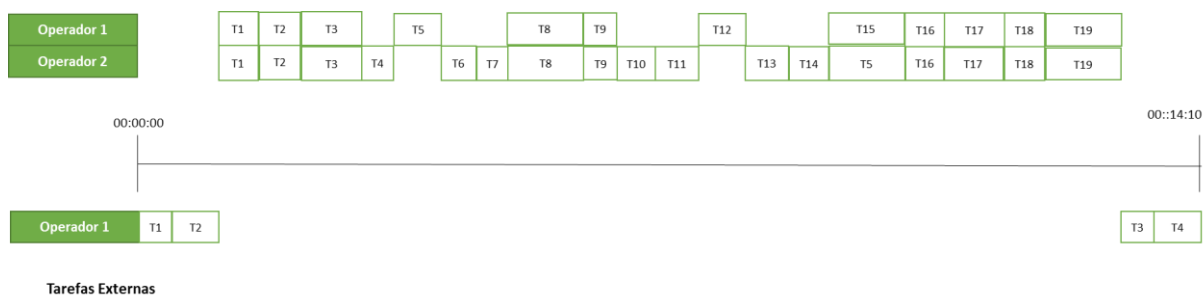
Implementação de Manutenção Produtiva Total numa linha de produção de aglomerados de cortiça

9	Retirar mangueiras ar comprimido do moldador antigo	2	-	00:00:10
10	Ordem para subir prensa	1	-	00:00:05
11	Ordem para movimentar molde + 2 moldadores (para trás)	1	-	00:00:15
12	Retirar moldador anterior do sistema	1	Empilhador	00:00:20
13	Ordem para movimentar molde + moldador novo (para a frente)	1	-	00:00:15
14	Ordem para baixar prensa	1	-	00:00:05
15	Colocar suportes novo moldador	2	Roquete, chave de bocas e martelo	00:02:00
16	Colocar mangueiras ar comprimido no novo moldador	2	-	00:00:30
16	Pegar braços pneumáticos	2	-	00:00:20
17	Colocar braços pneumáticos	2	-	00:01:00
18	Colocar mangueiras ar comprimido dos braços pneumáticos	2	-	00:00:20
19	Ajustar guias secundárias	2	Chave de bocas	00:02:00
Tempo total de tarefas internas				00:12:10

Tarefas externas

Ordem	Tarefa	Nº Operadores	Ferramentas	Tempo Normalizado
1	Preparar ferramentas para ajustar guias e retirar moldador	1	Roquete, chave de bocas, pistola pneumática e martelo	00:00:20
2	Preparar novo moldador	1	Empilhador	00:00:40
3	Guardar moldador antigo	1	Empilhador	00:00:40
4	Guardar ferramentas	1	-	00:00:20
Tempo total de tarefas externas				00:02:00

Implementação de Manutenção Produtiva Total numa linha de produção de aglomerados de cortiça



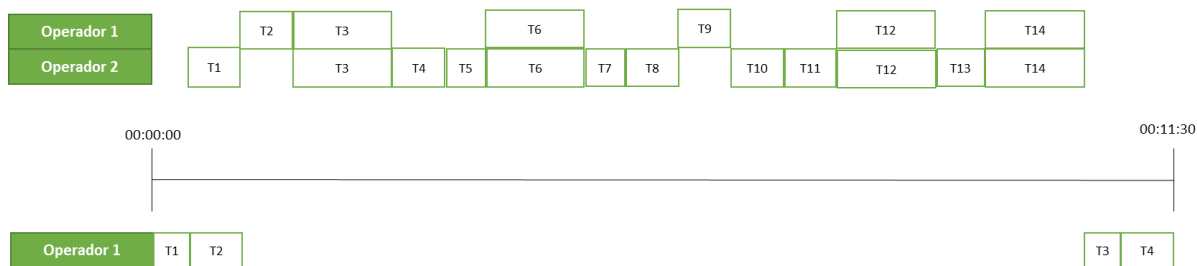
Setup D (Trocar moldador manual para manual, ajustar guias)

Tarefas internas

Ordem	Tarefa	Nº Operadores	Ferramentas	Tempo Normalizado
1	Ordem para movimentar molde até tapete rolante	1	-	00:00:20
2	Colocar novo moldador por cima do molde	1	Empilhador	00:00:20
3	Ajustar guias principais	2	Pistola pneumática	00:01:30
4	Ordem para movimentar molde novo + moldador (para a frente)	1	-	00:00:15
5	Ordem para baixar prensa	1	-	00:00:05
6	Retirar suportes moldador anterior	2	Roquete, chave de bocas e martelo	00:02:00
7	Ordem para subir prensa	1	-	00:00:05
8	Ordem para movimentar molde + 2 moldadores (para trás)	1	-	00:00:15
9	Retirar moldador anterior do sistema	1	Empilhador	00:00:20
10	Ordem para movimentar molde + moldador novo (para a frente)	1	-	00:00:15
11	Ordem para baixar prensa	1	-	00:00:05
12	Colocação suportes novo moldador	2	Roquete, chave de bocas e martelo	00:02:00
13	Ajustar guias secundárias	2	Chave de bocas	00:02:00
		Tempo total de tarefas internas		00:09:30

Tarefas externas

Ordem	Tarefa	Nº Operadores	Ferramentas	Tempo Normalizado
1	Preparar ferramentas para ajustar guias e retirar moldador	1	Roquete, chave de bocas, pistola pneumática e martelo	00:00:20
2	Preparar novo moldador	1	Empilhador	00:00:40
3	Guardar moldador antigo	1	Empilhador	00:00:40
4	Guardar ferramentas	1	-	00:00:20
Tempo total de tarefas externas				00:02:00

Tarefas Internas**Tarefas Externas****Setup E** (Trocar moldador automático para manual, retirar braços pneumáticos)**Tarefas internas**

Ordem	Tarefa	Nº Operadores	Ferramentas	Tempo Normalizado
1	Retirar braços pneumáticos	2	-	00:00:30
2	Guardar braços pneumáticos	2	-	00:00:20
3	Ordem para movimentar molde até tapete rolante	1	-	00:00:20
4	Colocar novo moldador por cima do molde	1	Empilhador	00:00:20
5	Ordem para movimentar molde novo + moldador (para a frente)	1	-	00:00:15
6	Ordem para baixar prensa	1	-	00:00:05
7	Retirar suportes moldador anterior	2	Roquete, chave de bocas e martelo	00:02:00
8	Retirar manguerias ar comprimido do moldador antigo	2	-	00:00:10

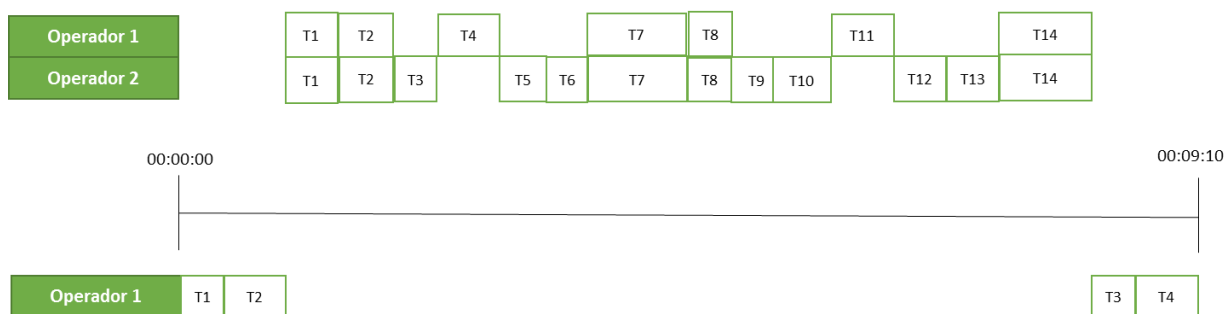
Implementação de Manutenção Produtiva Total numa linha de produção de aglomerados de cortiça

9	Ordem para subir prensa	1	-	00:00:05
10	Ordem para movimentar molde + 2 moldadores (para trás)	1	-	00:00:15
11	Retirar moldador anterior do sistema	1	Empilhador	00:00:20
12	Ordem para movimentar molde + moldador novo (para a frente)	1	-	00:00:15
13	Ordem para baixar prensa	1	-	00:00:05
14	Colocação suportes novo moldador	2	Roquete, chave de bocas e martelo	00:02:00
Tempo total de tarefas internas				00:07:10

Tarefas externas

Ordem	Tarefa	Nº Operadores	Ferramentas	Tempo Normalizado
1	Preparar ferramentas para retirar moldador	1	Roquete, chave de bocas e martelo	00:00:20
2	Preparar novo moldador	1	Empilhador	00:00:40
3	Guardar moldador antigo	1	Empilhador	00:00:40
4	Guardar ferramentas	1	-	00:00:20
Tempo total de tarefas externas				00:02:00

Tarefas Internas



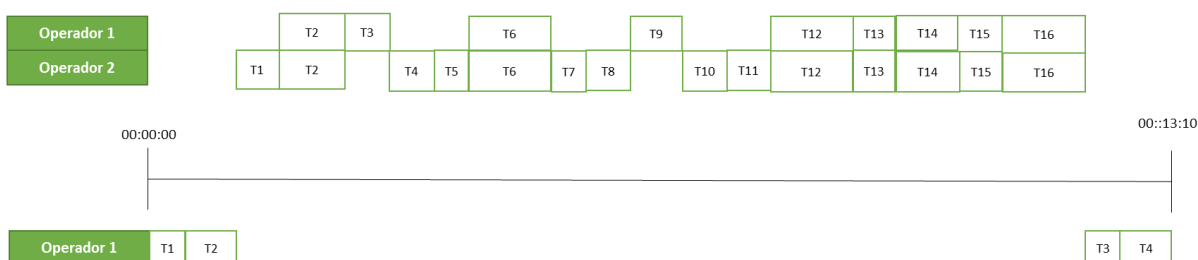
Tarefas Externas

Setup F (Trocar moldador manual para automático, colocar braços pneumáticos, ajustar guias)**Tarefas internas**

Ordem	Tarefa	Nº Operadores	Ferramentas	Tempo Normalizado
1	Ordem para movimentar molde até tapete rolante	1	-	00:00:20
2	Ajustar guias principais	2	Pistola pneumática	00:01:30
3	Colocar novo moldador por cima do molde	1	Empilhador	00:00:20
4	Ordem para movimentar molde novo + moldador (para a frente)	1	-	00:00:15
5	Ordem para baixar prensa	1	-	00:00:05
6	Retirar suportes moldador anterior	2	Roquete, chave de bocas e martelo	00:02:00
7	Ordem para subir prensa	1	-	00:00:05
8	Ordem para movimentar molde + 2 moldadores (para trás)	1	-	00:00:15
9	Retirar moldador anterior do sistema	1	Empilhador	00:00:20
10	Ordem para movimentar molde + moldador novo (para a frente)	1	-	00:00:15
11	Ordem para baixar prensa	1	-	00:00:05
12	Colocação suportes novo moldador	2	Roquete, chave de bocas e martelo	00:02:00
13	Pegar braços pneumáticos	2	-	00:00:20
14	Colocar braços pneumáticos	2	-	00:01:00
15	Colocar mangueiras ar comprimido dos braços pneumáticos	2	-	00:00:20
16	Ajustar guias secundárias	2	Chave de bocas	00:02:00
		Tempo total de tarefas internas		00:11:10

Tarefas externas

Ordem	Tarefa	Nº Operadores	Ferramentas	Tempo Normalizado
1	Preparar ferramentas para retirar moldador	1	Roquete, chave de bocas e martelo	00:00:20
2	Preparar novo moldador	1	Empilhador	00:00:40
3	Guardar moldador antigo	1	Empilhador	00:00:40
4	Guardar ferramentas	1	-	00:00:20
Tempo total de tarefas externas				00:02:00

Tarefas Internas**Tarefas Externas****Setup G (Trocar braços pneumáticos e ajustar guias)****Tarefas internas**

Ordem	Tarefa	Nº Operadores	Ferramentas	Tempo Normalizado
1	Retirar braços pneumáticos	2	-	00:00:30
2	Guardar braços pneumáticos	2	-	00:00:20
3	Ajustar guias principais	2	Pistola pneumática	00:01:30
4	Ajustar guias secundárias	2	Chave de bocas	00:02:00
5	Pegar novos braços pneumáticos	2	-	00:00:20
6	Colocar braços pneumáticos	2	-	00:01:00
7	Colocar mangueiras de ar comprimido nos braços pneumáticos	2	-	00:00:20
Tempo total de tarefas internas				00:06:00

Tarefas externas

Ordem	Tarefa	Nº Operadores	Ferramentas	Tempo Normalizado
1	Preparar ferramentas para ajustar guias	1	Pistola pneumática e chave de bocas	00:00:20
2	Guardar ferramentas	1	-	00:00:20
Tempo total de tarefas externas				00:00:40

Tarefas Internas

Operador 1	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Operador 2	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7

**Tarefas Externas****Setup H** (Trocar moldador manual para automático, colocar braços pneumáticos)**Tarefas internas**

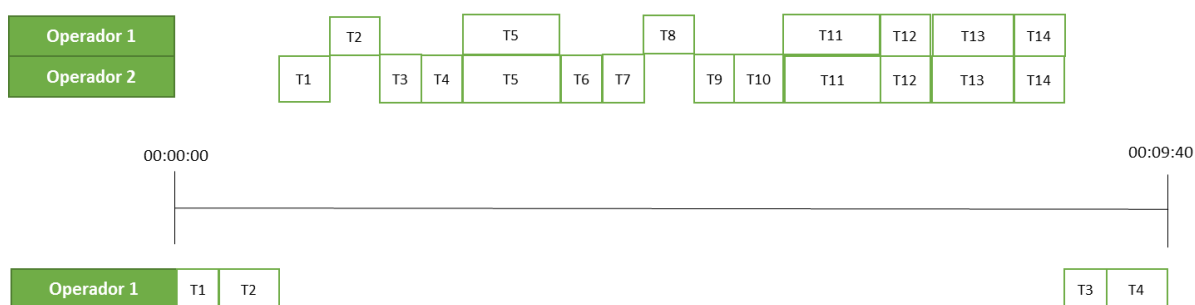
Ordem	Tarefa	Nº Operadores	Ferramentas	Tempo Normalizado
1	Ordem para movimentar molde até tapete rolante	1	-	00:00:20
2	Colocar novo moldador por cima do molde	1	Empilhador	00:00:20
3	Ordem para movimentar molde novo + moldador (para a frente)	1	-	00:00:15
4	Ordem para baixar prensa	1	-	00:00:05
5	Retirar suportes moldador anterior	2	Roquete, chave de bocas e martelo	00:02:00
6	Ordem para subir prensa	1	-	00:00:05
7	Ordem para movimentar molde + 2 moldadores (para trás)	1	-	00:00:15
8	Retirar moldador anterior do sistema	1	Empilhador	00:00:20
9	Ordem para movimentar molde + moldador novo (para a frente)	1	-	00:00:15

10	Ordem para baixar prensa	1	-	00:00:05
11	Colocar suportes novo moldador	2	Roquete, chave de bocas e martelo	00:02:00
12	Pegar braços pneumáticos	2	-	00:00:20
13	Colocar braços pneumáticos	2	-	00:01:00
14	Colocar mangueiras ar comprimido dos braços pneumáticos	2	-	00:00:20
Tempo total de tarefas internas				00:07:40

Tarefas externas

Ordem	Tarefa	Nº Operadores	Ferramentas	Tempo Normalizado
1	Preparar ferramentas para retirar moldador	1	Roquete, chave de bocas e martelo	00:00:20
2	Preparar novo moldador	1	Empilhador	00:00:40
3	Guardar moldador antigo	1	Empilhador	00:00:40
4	Guardar ferramentas	1	-	00:00:20
Tempo total de tarefas externas				00:02:00

Tarefas Internas



Tarefas Externas

SMED (Prensa de corte)**Tarefas internas**

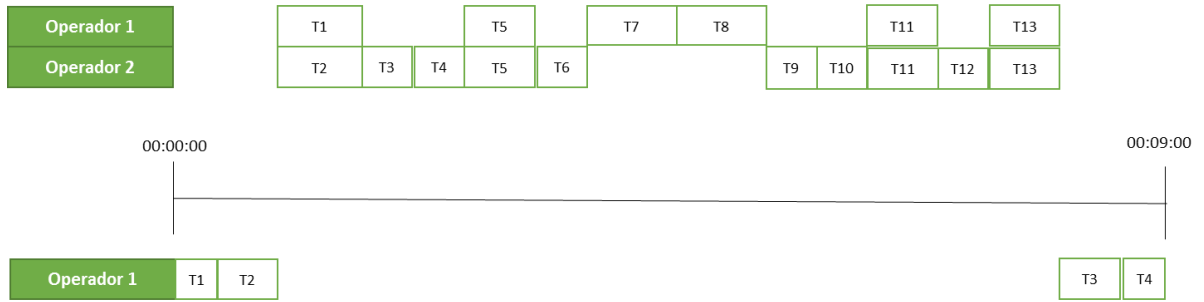
Ordem	Tarefa	Nº Operadores	Ferramentas	Tempo Normalizado
1	Colocar palete + chapa + calço	1	Empilhador	00:01:00
2	Regular sensores	1	Chave umbrako	00:01:00
3	Ordem para descer calcador	1	-	00:00:15
4	Ordem para descer cortante	1	-	00:00:15
5	Retirar cavilhas	2	Marreta	00:00:30
6	Ordem para subir suporte do cortante	1	-	00:00:15
7	Retirar cortante anterior	1	Empilhador	00:01:30
8	Colocar novo cortante	1	Empilhador	00:01:30
9	Ordem para descer calcador	1	-	00:00:15
10	Ordem para descer suporte do cortante	1	-	00:00:15
11	Inserir cavilhas	2	Marreta	00:00:30
12	Ordem para subir cortante	1	-	00:00:15
13	Retirar palete e chapa	2	-	00:00:30
		Tempo total de tarefas internas		00:07:00

Tarefas externas

Ordem	Tarefa	Nº Operadores	Ferramentas	Tempo Normalizado
1	Preparar ferramentas para retirar cortante	1	Marreta, chave umbrako	00:00:20
2	Preparar novo cortante	1	Empilhador	00:00:40
3	Guardar cortante antigo	1	Empilhador	00:00:40
4	Guardar ferramentas	1	-	00:00:20
		Tempo total de tarefas externas		00:02:00

Implementação de Manutenção Produtiva Total numa linha de produção de aglomerados de cortiça

Tarefas Internas



Tarefas Externas